

PCK の視点から考える教材研究 — 第 3 学年 単元『音の伝わり方と大小』を題材に —

佐藤 翔己

序章

本研究のテーマは「PCK の視点から考える教材研究 —第 3 学年 単元『音の伝わり方と大小』を題材に—」である。第 1 章で詳述するが、PCK とは「ある教材をどのように教えたらいよか」という授業を想定した教材内容についての知識 (pedagogical content knowledge)」である。本章では、小学校理科の課題や学習指導要領の改訂から本研究の問題の所在について明らかにし、研究の目的について述べる。第 1 節では、独立行政法人科学技術振興機構 (以後、JST と記述する) と国立教育政策研究所が共同で行った「平成 20 年度小学校理科教育実態調査」を参考に、小学校理科教育における課題について述べる。第 2 節では、本研究の目的について述べる。

第 1 節 問題の所在

1. 理科指導における課題

平成 20 年改訂の学習指導要領 (文部科学省, 2008) であげられた改善事項に引き続き、平成 29 年改訂の学習指導要領 (文部科学省, 2017) においても「理数教育の充実」があげられている。また、一方で小学校教員の理科指導についての改善が求められている。

小学校教員の理科指導に関する調査結果について、JST と国立教育政策研究所が行なった「平成 20 年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教育実態調査に関する報告書 (改訂版) (JST 理科教育支援センター, 2008) では、以下のように、小学校教員の約 9 割が理科全般の内容が好きと感じている一方で、約 5 割の教員が理科指導に対して苦手意識を抱えていることを指摘している。

3.1.1 分野ごとの指導の得意・苦手

小学校学級担任の理科全般及び分野ごとの指導の得意・苦手の意識については、「理科 全般の内容」では、約 5 割の教員が「苦手」または「やや苦手」と感じている。(図 0.1 参照)

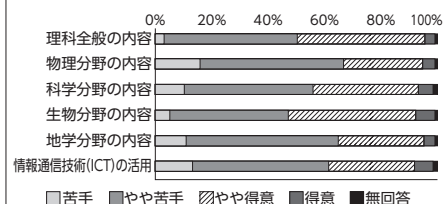


図 0.1 小学校学級担任における各内容の指導の得意・苦手

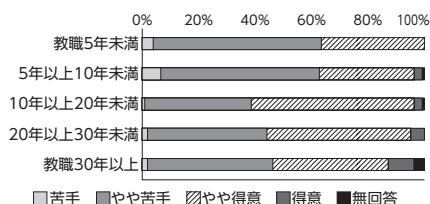
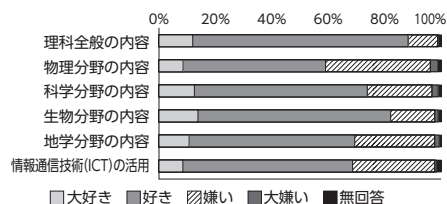


図 0.2 教職経験年数別に見た小学校学級担任における理科全般の内容の得意・苦手

教職経験年数別では、「理科全般の内容」についての「苦手」または「やや苦手」の割合は、「教職 5 年未満」64%、「5 年以上 10 年未満」63%、「10 年以上 20 年未満」39%、「20 年以上 30 年未満」44%、「教職 30 年以上」46% と特に教職経験 10 年未満の教員に苦手意識をもっている割合が高い。(図 0.2)

3.1.2 分野ごとの好き・嫌い



小学校学級担任の理科全般及び分野ごとの内容に対する好き・嫌いの意識については、「理科全般の内容」に対しては約9割の教員が「大好き」または「好き」と感じている。(図0.3参照)

図0.3 小学校学級担任における理科全般及び分野ごとの内容の好き・嫌い

(JST 理科教育支援センター, 2009: 35・38)

ここでは、小学校学級担任における理科指導の得意・苦手と内容の好き・嫌いの調査結果が示されている。小学校教員の約9割が理科全般の内容が好きと感じている一方で、約5割の教員が理科指導に対して苦手意識を抱えているという課題に直面している。さらにこの割合は、教職経験10年未満の教員では6割を超えている。こうした状況下において、子どもが主体的に取り組むことができる理科の授業が成立するのは難しいと考えられる。また、理科好きな子どもを育てることもまた難しいであろう。日常生活等から問題を見いだす活動や見通しをもった観察や実験等を充実させながら、子どもが主体的に取り組む理科の授業を行うためには、小学校教員がまず理科指導における苦手意識を無くし、指導自信を高める必要がある。

また、同報告書では、以下のように、小学校教員の理科指導の苦手意識とあわせて、理科指導法についての知識・技能が低いことも指摘している。

3.1.3 知識・技能等の自己評価

理科に関する知識・理解や技能等、5項目での自己評価において、「低い」または「やや低い」と回答した小学校学級担任の割合は、「学習内容についての知識・理解」は58%、「指導法についての知識・技能」は70%、「観察・実験についての知識・技能」は66%、「学習評価についての知識・技能」は74%、「自由研究の指導技術」は81%であり、各項目とも半数を超える学級担任が理科に関する知識・理解や技能等の低さを自認している。(図0.4参照)

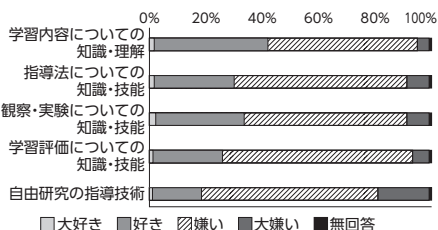


図0.4 小学校学級担任における知識・技能等の自己評価

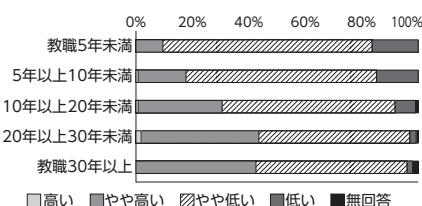


図0.5 小学校学級担任における教職経験年数別に見た指導法についての知識・技能の自己評価

教職経験年数別に見ると、「指導法についての知識・技能」について「低い」または「やや低い」と感じている割合は、「教職5年未満」91%、「5年以上10年未満」82%、「10年以上20年未満」68%、「20年以上30年未満」56%、「教職30年以上」56%と指導法の知識・技能の低さを自認している教員が多く、教職経験年数の短い教員で特に割合が高くなっている。「学習内容についての知識・理解」「観察・実験についての知識・技能」についても同様の傾向が見られる。(図0.5参照)

(JST 理科教育支援センター, 2009: 39)

学級担任として理科を教える教員の約 7 割が、理科の指導法についての知識・技能が「低い」または「やや低い」と感じている。この割合は、教職経験 10 年未満の教員で特に高くなっている。また、観察・実験についての知識・技能が「低い」または「やや低い」と感じている教員が 6 割を超えている。

理科好きな子どもを育てるためには、日頃から自然科学への興味・関心や学習意欲を高め、知的好奇心を揺り動かす自然事象の提示や自然体験、科学的体験等の活動を工夫する等して、子どもが自ら問題意識をもち、進んで問題解決のできる主体的な学習態度を身につけさせる理科の指導が必要である。さらに、教員自身が科学的な知識基礎と実験・観察技能をもつことも必要であるが、小学校教員は理科だけでなく他教科の授業準備や教材研究もあり、理科の授業準備や教材研究に十分な時間と質を確保できない現状がある。この授業準備を含めた教材研究不足が理科指導の苦手意識に大きく関わるものだと考え、理数教育の充実のために、理科の指導の工夫改善、充実に向けた教材研究の質を高めることは重要課題である。

2. 学習指導要領の改訂

平成 29 年 3 月に文部科学省より小学校学習指導要領が告示された（文部科学省，2017）。小学校では、平成 32 年度から新学習指導要領が全面实施される。新学習指導要領理科では、内容の改善・充実において、以下のことが示された。

(2) 内容の改善・充実

③小学校理科の内容の改善

今回の改訂においても、従前と同様に「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な概念等を柱として構成し、科学に関する基本的な概念等の一層の定着を図ることができるようにしている。その際、小学校、中学校、高等学校の一貫性に十分配慮するとともに、育成を目指す資質・能力、内容の系統性の確保、国際的な教育の流れなどにも考慮して内容の改善及び充実を図った。今回の改訂で、理科の目標である「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力」を育成することを実現するために、追加、移行及び中学校への移行を行った主な内容は、以下のとおりである。

○追加した内容

- ・音の伝わり方と大小〔第 3 学年〕
- ・雨水の行方と地面の様子〔第 4 学年〕
- ・人と環境〔第 6 学年〕

○学年間で移行した内容

- ・光電池の働き〔第 6 学年（第 4 学年から移行）〕
- ・水中の小さな生物〔第 6 学年（第 5 学年から移行）〕

○中学校へ移行した内容

- ・電気による発熱〔第 6 学年〕

（文部科学省，2017：10）

すなわち、今回の改訂で小学校理科においては、移行措置で追加された内容（以下、内容を単元とする）を中心に、新しい学習内容を指導するために教材研究を行なうことが求められている。さらに理科指導に苦手意識を感じている小学校教員が半数以上いる中、移行措置で追加された単元の教材研究は急務となっていると考えられる。

本研究では、第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」を扱うこととした。その理由は、小学校第 3 学年に新しく追加された中学校の学習にもつながるエネルギー概念であり、現在在学し

ている大学生や教職経験年数が浅い教員は、音に関する学習を小学校や教員養成課程で経験していないからである。学習や指導の経験がない教員が「音」に関する単元を自信をもって指導できるようにするために、教材研究を行ない、教師の教材知識を明確にする必要がある。

そこで本研究では、小学校理科の課題を以下のようにまとめ、本研究における問題の所在とした。

- (1) 小学校教員の理科指導自信の向上のために、小学校理科における教材研究の方法を検討することが必要である。
- (2) 学習指導要領の改訂で小学校第3学年に追加された単元「音の伝わり方と大小」を取り上げ、教材研究を基にした授業提案を行なう必要がある。

第2節 研究の目的

本研究では、小学校教員の理科指導自信の向上を目指し、教師に必要な教材知識に焦点を当て、授業を想定した教材の知識と訳される pedagogical content knowledge（以下、PCK とする）の視点から、第3学年単元「音の伝わり方と大小」を題材にし、理科における教材研究について検討する。以下に研究の目的と方法を示す。

1. ショーマンが提唱した PCK の考え方を基に、理科に特有の PCK について明らかにした上で、その視点から考える小学校教員の理科指導力向上を目指した教材研究のあり方について検討する。（第1章）
2. 平成29年告示学習指導要領で追加された小学校第3学年単元「音の伝わり方と大小」について、小学校理科に特有の PCK の視点から教材研究をまとめる。教材研究の基礎となるのは、科学の内容知識、子どもの学習活動に関する知識、前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識である。学習指導要領の変遷や教科書内容や子どもの学習活動の分析、前提となる子どもの音に関する素朴概念について分析する。（第2章）
3. PCK の視点から行なった教材研究を基に、小学校第3学年単元「音の伝わり方と大小」における理科授業を提案する。（第3章）

第1章 授業を想定した教材知識（PCK）の視点から考える教材研究

本章では、小学校理科における指導自信向上のために、ショーマンが提唱した PCK の考え方を基にして、理科に特有の PCK とその視点から考える教材研究について検討する。第1節では、ショーマンが提唱した PCK 概念の内容や形成過程について述べる。第2節では、PCK の中でも特に重要である翻案過程について述べる。第3節では、理科に特有の PCK を明らかにした上で如何に小学校理科における教材研究を組み立てていくか検討する。

第1節 PCK とはなにか

1. ショーマンによる PCK 概念

前章で示した小学校教員の理科指導自信や指導力の低さという課題に対して示唆を与えてくれるのが、教師知識の研究動向で特に注目されている「PCK（pedagogical content

knowledge, 以下 PCK とする)」である。近年、理科教育において PCK に関する研究が進められているが、PCK の意味内容は幅広く抽象的なものであり、明文化できていないことも事実である（古屋, 2012）。そこで本章では、理科に特有の PCK を明らかにするために、以下に PCK について詳しく述べる。

PCK はアメリカの教師知識の研究の流れの中で、1986 年に行われた「専門職における知識の発生プロジェクト」という研究プロジェクトの報告において教育学者のショーマン（Lee S. Shulman）が提唱したものである。アメリカでは、従来教師はカリキュラムを指導書通り実行するものとみなされ、専門職としての扱いを受けていない状況であった。しかし、教師知識の研究を基礎として教職の専門職化を推進したショーマンは、教師知識の中でも教科領域に固有な「PCK」と呼ばれる知識を教科内容についての知識（content knowledge, 以下 CK とする）と一般的な教育内容についての知識（general pedagogical knowledge, 以下 PK とする）をつなぐ重要な知識として考えた。

秋田（1992）は、PCK を「ある教材をどのように教えたらいいかという授業を想定した教材内容についての知識」と訳している。また、佐藤（1996）は、PCK を「授業を想定した教材の知識」と訳し、その教材の知識は、「教材の内容を生徒に伝達し生徒の認識へと変容する過程で機能している教師の知識」であり、「教師が保有している教育内容の知識（content knowledge）を、生徒の能力や背景の多様性に応じて教育学的に（pedagogically）強力で適切ななかたちへと変容する」教師特有の能力であるとしている。

つまり PCK とは、いわば「教育内容（CK）と教授方法（PK）についての知識」であると言える。しかし、PCK は単に教育内容と教授方法を結合したものではなく、授業に直接関わる知識や教育や人格形成についての哲学的・歴史的知識、学校を取り巻く諸要素についての知識等の PCK に関連する教師がもつとされる知識から成り立つ複合的な知識なのである。それでは、PCK に関連する教師がもつとされる知識にはどんなものがあるか。次は教師のもつ「知識基礎（knowledge base, ショーマンは教師に必要な知識領域を 7 つであるとしている）」の構成要素について述べる。

2. 「知識基礎」の構成要素

ショーマンは、教師に必要な知識領域を以下の教科内容に関する 4 つの領域と教職教養に関する 3 つの領域からなるとした。その 7 つの領域の 1 つが PCK であり、ショーマンは、PCK を知識基礎の中でも最も重要な知識として位置づけた。

- | | |
|--|-------------------|
| ① content knowledge | （内容についての知識） |
| ② general pedagogical knowledge | （一般的な教育方法についての知識） |
| ③ curriculum knowledge | （カリキュラムについての知識） |
| ④ pedagogical content knowledge | （授業を想定した教材知識） |
| ⑤ knowledge of learners and their characteristics | （学習者とその特性についての知識） |
| ⑥ knowledge of educational contexts | （教育の文脈についての知識） |
| ⑦ knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and | |

historical grounds (教育の目的、目標、価値、哲学的歴史的基盤についての知識)

ショーマンがあげた7つの知識基礎をみると、④のPCKや授業に直接関わる知識の他に、教育や人格形成に関わる哲学的・歴史的知識、学校を取り巻く諸要素も含まれていて教師の知識領域は多岐にわたることがわかる。勿論、前述のように教師の知識は複合的なものであるため、必ずしも7つのどれかに分類されるわけではないと考えられる。ここで大切なことは、教師はさまざまな知識を基に教授活動を行なっているということである。

3. PCKを形成する教育的推論と活動モデル

それでは、PCKはどのようにして形成されるのだろうか。佐藤(1996)は、PCKを含めた教師の諸知識は、日々の教育実践の想像と反省の過程を通して形成され獲得されると、ショーマンは述べていると結論している。このショーマンが提起した「教育的推論と活動モデル」と呼ばれるモデルは、教師が知識基礎を働かせる思考過程を定式化したものである。ショーマンは、この思考過程を一連の循環する活動として明示した。以下についての解釈は、八田(2008)が行なっているが、本研究ではこれらを参考にしながら独自の解釈をつけ加えた。

①「理解 (comprehension)」→②「翻案 (transformation)」→③「指導 (instruction)」→④「評価 (evaluation)」→⑤「省察 (reflection)」→⑥「新しい理解 (new comprehension)」

①「理解」の段階でまず教師は、教育目的・目標を設定し、学習指導要領や利用する教科書、その他の教材から、教育内容を概念として析出し理解する。また、その教育内容と同じ教科の他の教育内容との関係、他の教科の教育内容との関係等の学習の系統性について理解する。次に②「翻案」の段階においては、学習者の特性や発達段階等の観点から、教育内容を構造化し、それと照らし合わせて教材を吟味し学習者の誤りを見つけて正し、教材を作成する。また、教えたい概念を学習者の既有知識や経験と関連させて理解させるために、アナロジーやメタファー等を考案する。そして③「指導」を行い、教科内容についての学習者の「理解」を評価する。これらの活動を踏まえて、自分自身の教えに対して④「省察」することによって、教育目標・教科内容・学習者・自己について⑤「新しい理解」がもたらされる。教師の思考過程はこのサイクルの繰り返しである。(図1.1)

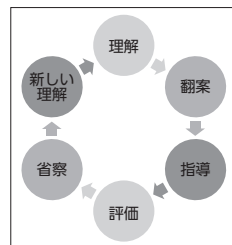


図 1.1 ショーマンによる教育学的推論と活動モデル

教師は、この循環的な過程の中でPCKを含む知識基礎を形成・活用・発達させている。そして、その知識基礎の中核にあるのはPCKである。さらに、この教師の思考過程の中でPCKと特に関係しているのが、教師が理解した教育内容を学習者にすり合わせる必要がある「翻案」の過程である。次節では、その翻案の過程について詳述していく。

第2節 PCKと翻案

前節で教師が知識基礎を働かせる思考過程の中で、特にPCKと関係している過程が翻案であ

ると述べた。ショーマンは翻案について次のように述べている（徳岡（1995）による訳である）。

しかし、教師はまず内容と目標の両方について理解する必要があるということは教師を他の人々から区別するものではない。我々は、数学の専攻生が数学を理解し、歴史の専門家が歴史を理解していることを期待する。しかし教職の知識ベースを区別するための鍵は、内容と教授法の交差するところ、つまり教師が持っている学問内容についての知識を教授（学）的に力強く、さらに学習者の多様な能力や背景に対応できるような形態に翻案する能力にある。

(Lee S. Shulman, 1987)

教師は理解した教育内容をそのままでは教えることはできない。学習者が理解できるように翻案されなければいけないのである。そこで教師は、自分が理解している教育内容と学習者の思考過程との間を往復する必要がある。

ショーマンの定義する翻案に関する考えは、教師は教える内容を自らが理解するだけでなく、子どもが理解できるように構造化や分割することによって、教える素材を子どもにとっての教材になるように仕立てていくことが必要である、ということである。これは、いわゆる素材の教材化の過程と言えるだろう。言い換えれば、翻案の過程は授業をする前の教材研究の段階にあたり、PCK は教材研究を行なうために教師に必要な知識といえる。

また、ショーマンは、翻案を4つの下位過程から構成されるとしている。以下に、ショーマンによる翻案の下位過程を示すが、ショーマンは適合過程と仕立て過程を必ずしも明確には区分せず、2つをあわせて説明している。ここでは、2つの下位過程をひとつの下位過程として示す。翻案についての解釈は、徳岡（1995）、磯崎ら（2007）が行なっているが、本研究ではこれらを参考にしながら独自の解釈をつけ加えた。

① 準備過程 (preparation)

教材を丹念に調べ、学習者に教えられるように教材を構造化し、分節化することである。すなわち、教材研究であり、学習の系統性を考慮する必要がある。既存の教材を批判的に検討することを含む。

② 表象過程 (representation)

教師が教えたい教育内容を学習者が理解できるように表現を改め、多様な表現方法で教育内容を復元することである。新しいアナロジー、メタファー、事例、デモンストレーション、説明等、多様な表現方法があることが望ましい。この作業は教師の理解と学習者が望む方法との間に橋を掛けることである。学習者の特性によって、多様な表現方法が求められるため、教師はそれを身につけておくことが望ましい。

③ 選択過程 (selection)

一連の教授法とモデルから教授的な選択を行なうことである。講義、実演、暗唱、作業、グループ学習、対話法、ソクラテス法、発見学習、プロジェクト法、教室外での学習等の多様な形態から適切なものを選択する。学習内容を学習者に対して、どのように教えるかを決定する過程であり、学習者の理解にも直結するため、学習方法の選択は重要である。

④ 適合・仕立て過程 (adaptation and tailoring to student characteristics)

表現された素材（教材）を学習者の一般的な特性（characteristics）に合致させる過程である。

さらに、適合させたものを学習者に仕立て直すことである。もっとも、教授活動において教師が特定の学習者を対象にすることはまれであるため、授業における仕立ては、特定の学習者に対してだけではなく一定規模の傾向・理解力をもつグループを対象にすることになる。ここで考慮すべき学習者の特性は、学習者の能力、性別、年齢、言語、文化、動機づけ、先行知識、概念と誤概念等である。日頃から学級経営を通して、学習者の特性を理解しておくことが求められる。

「準備過程」では、授業目標あるいは学習目標に合わせて素材やこれまでの教材を批判的に分析し、そして構造化・分節化する。「表象過程」では、多様な方法を用いて教授学習内容を学習者の理解できる表現に改める。「選択過程」では、その表象に合わせて教授法とモデルから教育学的な選択を行なう。「適合・仕立て過程」では、学習者の特性に合わせて教材を適合させ、それを特定の学習者に仕立て直す。

すなわち、教師は教材を作成するにあたって、素材やこれまでの教材の内容を理解し教育目標や学習者の特性を考慮して、表現方法や教授方法を決定する必要がある。したがって、教師はそれぞれの過程において、教育目標についての知識やカリキュラムについての知識、学習者と学習者の特性についての知識等を活用する必要がある。「翻案過程」は、教科の内容と教授が交差するところであり、教師がもっている知識基礎を学習者の多様な能力や背景に対応できるような形態に具体化する場面である。まさにこの「翻案過程」は PCK を最も顕在化させる重要な過程である。そして、7つの知識基礎のうち、PCK 以外の知識は教師以外にも発生するが、PCK はこの「翻案」を行なう教師にしか発生し得ないものであり、だからこそ PCK が教師特有の知識と位置づけられているのである。

以上のような「翻案」は、教育的推論という授業場面を想定して行なう行為であるから、教材研究と言い換えることができる。この「翻案過程」は、さらに PCK（ある教材をどのように教えたらいかがという授業を想定した教材内容についての知識）と密接に関わる過程である。これまで述べてきた教育的推論と活動モデルをまとめたものが図 1.2 である。

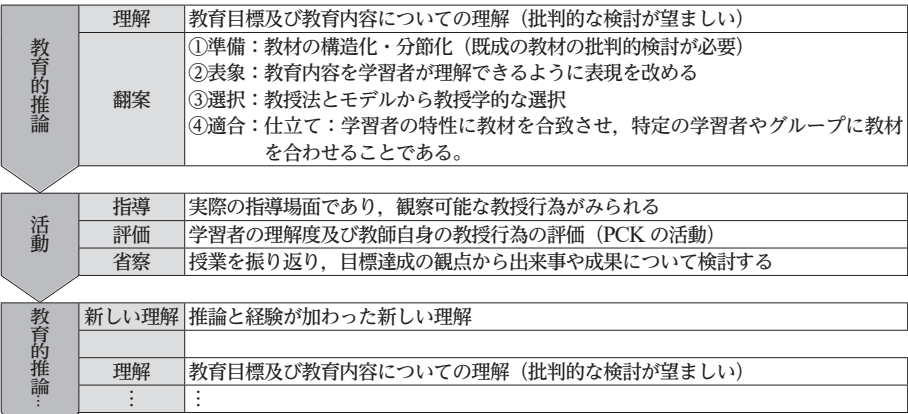


図 1.2 教育的推論と活動モデル

第3節 理科に特有のPCKとその視点から考える教材研究

本節では、これまで述べてきたショーマンによるPCK概念を整理し、未だ明文化がされていない理科に特有のPCKについて明らかにした上で、小学校教員の理科指導力向上を目指した教材研究のあり方について検討する。

1. 理科に特有のPCK

表 1.3 理科に特有のPCKの3つの知識領域とその内容

I. 科学の内容知識
① 単元における科学の内容知識
② 学習の系統性を踏まえた科学の内容知識
II. 子どもの学習活動に関する知識
① 観察、実験の内容・方法・結果の知識
② 教授方法知識
III. 前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識
① 子どもの既習事項に関する知識
② 子どもの素朴概念に関する知識

以下、理科に特有のPCKを3つの知識領域からなるものとして、表1.3のようにまとめた。

以下に、理科に特有のPCKのI～IIIの各知識領域の内容について説明する。

I. 科学の内容知識

①単元における科学の内容知識

単元における科学の内容知識とは、授業を行なう以前に教師が正しく理解する必要のある知識である。すなわち、子どもがその単元で何を学習するかという知識である。ここでは、科学における専門的な幅広い内容知識が求められているわけではない。単元を学習する上で必要な内容知識を不足することなく教師がもつ必要があり、勿論、科学における専門的な幅広い内容知識をもつことはこの上ないが、それが必ずしも子どもにとってわかりやすい理科授業になるとは言えないからである。単元における科学の内容知識は、学習指導要領の学習内容を基に考える必要がある。まずは学習指導要領に示された学習内容を整理し、教師は何を教え、子どもは何を学ぶのかを明確にすることが重要である。単元における科学の内容知識は、単元の目標につながるものであるから、3つの知識領域の中でベースとなる知識だとも言える。

②学習の系統性を踏まえた科学の内容知識

理科では、小学校はA物質・エネルギーとB生命・地球の2つの領域に分かれているように、中学校も2つの領域に分かれ、それぞれ学問体系に基づいた領域が独立している。小・中学校においては9年間を通して2つの領域を学習していくため、同じ領域を続けて学習することが難しく、同じ領域での学習のつながり（以下、系統性とする）がない断片的な学習になってしまう可能性がある。そこで、各領域の学習内容の系統性を確実に把握し、これまでの学習の積み重ねを振り返り、これからの学習の見通しをもって理科指導を行なうためにこの知識が教師に必要な知識としてあげることができると考えられる。学習内容の系統性と単元の学習内容を整理し、教師は何を教え、子どもは何を学ぶのかを明確にすると、それを子どもに如何に教えるかという知識が必要になってくるはずである。その知識が次に示す「II. 子どもの学習活動に関する知識」である。

Ⅱ. 子どもの学習活動に関する知識

①観察、実験の内容・方法・結果の知識

この知識は、子どもが単元の目標を達成するために行なう学習活動を確実に把握し、教師が理解した科学の内容知識と子どもの学習活動を結合させるために必要な知識が観察、実験の内容・方法・結果の知識である。すなわち、教師が理解した学習内容を子どもに教えるために、子どもの学習活動の意図を酌むことが必要である、ということである。具体的に言うと、それは観察、実験活動であり、子どもが行なう観察、実験の過程の中の①科学の内容知識の根拠となる事柄を教師がていねいに拾い、観察、実験を通して「AだからBと言える」という子どもなりの論理の形成につなげなければならないのである。そして、子どもの学習活動の土台になるのは一般的には教科書であるから、この観察、実験の内容・方法・結果の知識はまず教科書を基に確認する必要がある。教科書を丹念に読み取り、導入、発問、実験、まとめの流れから子どもの科学概念構築の過程を教師は知識としておさえることが極めて重要である。

②教授方法知識

②－１ 観察、実験を安全かつ円滑に行なう知識

子どもが自ら問題解決に取り組むことができるように、主体的な観察、実験へと導くことが欠かせない。教師は子どもが行なう観察、実験に備えて事前に予備実験をし、観察対象を確実に観察することができるか、実験結果が正確に出るか等、を確認する必要がある。さらに、観察、実験で子どもがつまづくポイントを想定することが求められる。また、観察、実験における危険な点を予備実験で確認することで子どもの安全に留意することができる。

②－２ 授業のマネジメントに関する知識

観察、実験における安全指導や理科室でも聞きやすいはっきりとした教師の声、見やすく整理された板書等の学習規律に関わるものであり、よりよい授業をするための前提となる知識である。

②－３ 教授ストラテジーに関する知識

例えば、描画法やジグソー法、予想や結果、考察を発表させる方法等、子どもの多様な形態である学習活動から適切な学習活動を選択し、学習のどの段階に設定するかを決定するための知識である。

②－４ 指導と評価の視点に関する知識

授業の計画、実践、評価を繰り返す中で、教師が自らの指導を評価し、評価の結果によって次の指導を改善し、さらに新しい指導に生かしていくことができるような指導と評価の視点をもつことが重要である。

Ⅲ. 前提となる子どもの素朴概念、生活概念等に関する知識

①子どもの既習事項の知識

子どもの既習事項の知識は、子どもがその単元を学習するまでに何を学習してきたかについ

での知識である。これは、その単元の学習の直前ないし前学年の学習を振り返る必要があり、学習のつながりを教師は理解する必要がある。一見、学習の系統性を踏まえた科学の内容知識と類似しているように見えるが、この子どもの既習事項の知識は、子どもの既習の学習内容がどの程度まで身についているか、また、既習内容で補う必要がある学習内容があるかについての知識であるため、対象の子どもによって大きく異なる可能性がある知識である。

②子どもの素朴概念の知識

子どもの素朴概念に関する知識は、生活経験等から子どもが身につけてきた固有の概念である素朴概念に関する知識である。素朴概念とは、子どもは学校での理科で科学概念を学習する以前に、それに関して既に科学とは異なった独自の理論を構成していて、日常生活から獲得したと考えられる概念のことであり、誤概念も含まれる容易に変えがたい概念である（小倉、2000）。ここでは、子どもの生活環境やそこで身につけた生活経験を把握することで、子どもに身近な学習材を選択し、授業に活用していくことが求められる。

以上の3つの知識領域を理科指導に特有のPCKと位置づける。これらの知識は複合的な知識であるから、独立して存在するわけではないが、本研究では理科に特有のPCKを明確にするために以上のように示した。

この理科特有のPCKは、「科学の内容知識（CK）」と「子どもの学習活動に関する知識（PK）」の間に「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」があり、3つの知識の相互関係によって成り立つものであると考えられる。子どもの素朴概念に関する知識を経由しながら、CKとPKの間を往復することが理科に特有なPCKを形成するために重要だと考えられる。理科に特有のPCKのモデルを図1.4のように示した。

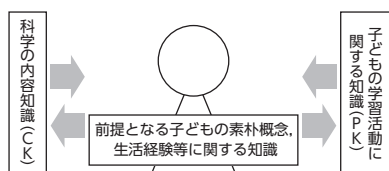


図 1.4 理科に特有のPCKのモデル

2. 小学校理科における教材研究

次に、小学校理科に特有のPCKを基に、本研究の目的の1つでもある小学校における理科指導力向上を目指した教材研究のあり方について検討する。小学校教員の限られた時間を十分に生かした深い教材研究を検討するために、理科における教材研究に必要な項目と手順を以下の表1.4のようにまとめた。

表 1.4 理科における教材研究に必要な項目と手順

- | |
|---|
| ① 学習指導要領を基に単元における科学の内容知識をまとめる。
② 学習指導要領を基に学習の系統性を踏まえた科学の内容知識をまとめる。
③ 教科書を基に観察、実験の内容・方法・結果についてまとめる。
④ 子どもの既習事項や生活経験からなる素朴概念についてまとめる。
⑤ 上記①～④を踏まえて、子どもに適切な学習活動を選択する。
⑥ 指導後、本単元における教材研究と指導について評価する。 |
|---|

さらに、この理科における教材研究に必要な項目と手順を3つの知識領域毎に分けたものが以下の表1.5である。

表 1.5 理科における教材研究に必要な項目と手順

「科学の内容知識」に関する項目	「子どもの学習活動に関する知識」に関する項目	「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」に関する項目
① 学習指導要領を基に単元における科学の内容知識をまとめる。		
② 学習指導要領を基に学習の系統性を踏まえた科学の内容知識をまとめる。		
	③ 教科書を基に観察、実験の内容・方法・結果についてまとめる。	
		④ 子どもの既習事項や生活経験からなる素朴概念についてまとめる。
	⑤ 上記①～④を踏まえて、子どもに適切な学習活動を選択する。	
	⑥ 指導後、本単元における教材研究と指導について評価する。	

以上の①～⑥は、理科に特有の PCK の視点から考え整理した理科における教材研究の項目と手順である。本章で述べてきたショーマンが提唱した PCK の視点から考えた教材研究に関する一考察であるため、教材研究における全ての要素を網羅しているとは言えないが、独自の見解から PCK の視点を基に教材研究のあり方について明確に示すことができたことは、小学校教員が十分な教材研究をした上で自信をもって理科指導を実施できることにつながるのではないかと考えられる。

第 2 章 第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」における PCK

本章では、新しく追加された第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」について、前章で述べた PCK の視点から考え、本単元における教材研究をまとめる。第 1 節では、「音」に関わる単元の学習指導要領の変遷について述べる。第 2 節では、音における科学の内容知識を、第 3 節では、子どもの学習活動についてまとめ、第 4 節では、子どもがもつ音についての素朴概念を分析し、本単元の教材研究とする。

第 1 節 「音」に関する単元の変遷

わが国の学習指導要領は、「教科課程、教科内容及びその取扱い」の基準として昭和 22 年に学習指導要領（試案）が発表されてから今日までに至る。今回、平成 29 年に告示された新学習指導要領は、昭和 26 年、33 年、43 年、52 年、平成元年、10 年、20 年の改訂に続く 8 回目の改訂である。この学習指導要領の変遷の中で、学習内容の追加や学年の移行が行われ、それに伴い単元の新設や学習学年の変更がされてきた。本研究で扱う「音」に関する単元も追加や移行されてきた単元の 1 つである。学習指導要領の変遷を概観し、これまでの学習内容と比較しながら、平成 32 年度から実施される学習指導要領で小学校第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」において何を学ぶのかを明らかにする。

平成 29 年告示新学習指導要領において、理科の目標である「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力」を育成することを実現するために、学習内

容の追加，移行が行なわれた。以下に，文部科学省（2017）による学習指導要領（平成 29 年告示）解説理科編で示された，内容の追加・移行についての目的を示す。

今回の改訂においても，従前と同様に「エネルギー」，「粒子」，「生命」，「地球」などの科学の基本的な概念等を柱として構成し，科学に関する基本的な概念等の一層の定着を図ることができるようにしている。その際，小学校，中学校，高等学校の一貫性に十分配慮するとともに，育成を目指す資質・能力，内容の系統性の確保，国際的な教育の流れなどにも考慮して内容の改善及び充実を図った。今回の改訂で，理科の目標である「自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力」を育成することを実現するために，追加，移行及び中学校への移行を行った主な内容は，以下のとおりである。

（文部科学省，2017：10）（筆者による抜粋）

第3学年の理科では，A 物質・エネルギーの区分において（3）光と音の性質の内容に「音の伝わり方と大小」が追加された。平成 20 年告示の現行学習指導要領では，この「音」に関する単元は小学校において扱いはなく，中学校第1学年での学習内容であったため，今回の学習指導要領の改訂によって中学校第1学年に加えて小学校第3学年でも「音」に関する単元を扱うこととなった。

以下，図 2.1 は昭和 22 年の学習指導要領（試案）から平成 29 年告示学習指導要領までにおける，単元の追加・移行に伴い変遷してきた「音」に関する単元を学習する学年をまとめたものである。

改訂	小3	小5	中1	中2
昭和 22 年		○		
昭和 26 年		○		
昭和 33 年		○		○
昭和 43 年		○		
昭和 52 年		○		
平成元年	○		○	
平成 10 年			○	
平成 20 年			○	
平成 29 年	○		○	

図 2.1 「音」に関する単元を学習する学年の変遷

「音」に関する単元は内容の追加・以降・削減が繰り返されてきた単元であることがわかる。

以下，表 2.2 は平成 29 年告示学習指導要領と平成元年告示学習指導要領に示された「音」に関する内容を比較したものである。

表 2.2 平成 29 年告示学習指導要領と平成元年告示学習指導要領における「音」に関する内容の比較

学習指導要領 平成 29 年告示	小学校 第 3 学年	物から音が出たり伝わったりするとき，物は震えていること。また，音の大きさが変わるとき物の震え方が変わること。
	中学校 第 1 学年	音についての実験を行い，音はものが振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを見いだして理解すること。
学習指導要領 平成元年告示	小学校 第 3 学年	物によって，音の出方や伝わり方に違いがあること。また，音が出ているときは物が震えていること。
	中学校 第 11 学年	音についての実験を行い，音が空気中などを伝わること及び音の大きさや高さは，発音体の振動の仕方に関係することを知ること。

平成 29 年告示学習指導要領の小学校第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」では、物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること、音の大きさが変わると物の震え方が変わることについて学習する。また、身の回りにある物をあげて、それらを用いて音を出すことから、物によって音の出方や伝わり方に違いがあることをおさえる。しかし、平成元年告示学習指導要領には、音の大小によって物の震え方が変わるという内容はない。本単元の教材研究を行なうにあたっては、音の大小によって物の震え方が変わることを特に重視しなければならないと考えられる。

中学校第 1 学年では、小学校で学習したことを基に、音は物体の振動によって生じその振動が空気中等を伝わること、音の大小や高低は発音体の振動の振幅と振動数に関係することを学習する。

以上のように、平成 29 年告示学習指導要領と平成元年告示学習指導要領の小学校第 3 学年と中学校第 1 学年の「音」に関する学習内容において、第 3 学年の学習内容である音の大きさに関わる内容以外は相違がないと言える。

第 2 節 単元「音の伝わり方と大小」における科学の内容知識

以下に平成 29 年告示学習指導要領解説 理科編に示された小学校第 3 学年 単元「音の性質」の学習内容を示す。これを基に本単元において教師が必要とする科学の内容知識をまとめる。

光と音の性質について、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えたときの違いを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身につけること。

(ウ) 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。また、音の大きさが変わるとき物の震え方が変わること。

イ 光を当てたときの明るさや暖かさの様子、音を出したときの震え方の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、光と音の性質についての問題を見いだし、表現すること。

(平成 29 年告示学習指導要領解説 理科編、2018)

ここから読み取れる科学の内容知識は、以下の 3 つである。

- (1) 物から音が出るとき、物は震えている
- (2) 物から音が伝わる時、物は震えている
- (3) 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる

また、本単元における学習の系統性として以下のように示されてる。

本内容は、「エネルギー」についての基本的な概念等を柱とした内容のうちの「エネルギーの捉え方」に関わるものであり、中学校第 1 分野「(1) ア (ア) 光と音」の学習につながるものである。

ここでの指導に当たっては、生活科の学習との関連を考慮し、諸感覚を働かせながら明るさや暖かさ、音の大小、物の震え方などを捉えるようにする。また、日光の重なり方が変わると明るさや暖かさが変わることや、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることについて、実験の結果を表に整理して比較するなど、光と音の性質について考えたり、説明したりする活動の充実を図るようにする。

(平成 29 年告示学習指導要領解説 理科編、2018)

第 3 学年理科において、「エネルギーの捉え方」に関わる単元は、本単元と「風とゴムの力の働きである。また、第 3 学年の子どもは理科の学習が始まって間もなく、初めて学習するこ

とになる目に見えないエネルギー概念を如何に捉えさせるかが重要であり、子どもたちの身の回りには同様のエネルギー概念が溢れていることに気づかせながら、エネルギー概念を捉える視点を育てることが求められる。そこで、教師は生活科の学習との関連を考慮し、諸感覚を働かせながら実験の結果を表に整理して比較する等してエネルギーを捉えられるようにしなければならない。

また、中学校第1学年の学習にもつながる学習であることを考慮しなければならない。中学校第1学年では、音は物体の振動によって生じ、その振動が空気中等を伝わること、音の大小や高低は発音体の振動の振幅と振動数に関係すること、音の伝わる速さについて学習する。その前提となる科学概念を習得させる必要がある。

以下、本単元における3つの科学の内容知識を小学校第3学年の子どもに獲得させたい科学の内容知識と教師の土台となる科学の内容知識に分けた。前者を表2.3に、後者を表2.4にまとめた。小学校第3学年の子どもが学習する科学の内容知識は平成12年出版の教科書6社の内容を基にした。

表2.3 単元「音の伝わり方と大小」における小学校第3学年の子どもに獲得させたい科学の内容知識

子どもに獲得させたい科学の内容知識
(1) 物から音が出る時、物は震えている ものをたたいたりはいじいたりすると、ものがふるえて音が出る。また、音が出ているものは、どれもふるえている。音が出ているものにさわると音がとまるのは、ふるえがとまるからである。
(2) 物から音が伝わる時、物は震えている 音は、ものをふるわせてつたわる。音が聞こえるのは、もののふるえが空気や糸などをつたわって耳にとどくからである。また、ものにはふるえのつたわりやすいものと、つたわりにくいものがあり、音のつたわり方もちがう。
(3) 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる 音が大きかったり小さかったりするの、もののふるえ方がちがうからである。

表2.4 単元「音の伝わり方と大小」における教師の土台となる科学の内容知識

教師の土台となる科学の内容知識
<p>○音の疎密波</p> <p>音波とは、人間や動物の可聴周波数である空中を伝わる疎密波であり、聴覚に関連して扱うときは音と呼ばれる。物質の弾力的性質によって起こる波であるため、空気等の気体中だけでなく、液体中や固体中にも伝わるものである。気体および液体中では、媒質の伝播方向と振動方向が直交している縦波であり、空気中を伝わる音には横波は含まれないが、固体中では横波も存在することもある。</p> <p>音は物体の振動によって発生する。音を出している物体が1秒間に振動する回数を振動数（周波数）といい、単位をヘルツ（Hz）で表す。わたしたちの耳に聞こえる振動数は20～20,000Hzの範囲といわれていて、音を聞くことができるのは、空気中を伝わる疎密波が耳の鼓膜を揺らし、その振動の信号が脳に伝わり、聴神経に伝えるからである。</p> <p>○音の速さ</p> <p>空気中を伝わる音の速さは気温によって変わり、気温が高いほど速くなる。</p> <p>気温 $t^{\circ}\text{C}$ での音速 V [m/s] は、$V=331.5+0.6t$ で表される。この式から、気温 20°C での音速は 343.7m/s、つまり約 340m/s となる。光の速さは、約 30万 Km/秒 であるので、発音体からの距離が大きいほど光と音のずれが生じる。花火の閃光と爆発音、雷光と音がずれて聞こえる等の現象はこのためである。</p>

○音の大きさ

音は、大きさ・高さ・音色によって区別することができ、音の3要素と呼ばれる。

同じ物体が発する音であれば、振幅が大きいほど大きな音になる。音の大きさを数値で表すとき、デシベル (dB) という単位が用いられる。おおよその目安として、普通の会話が 60dB、地下鉄の車内が 80dB、のように表現される。

○音の高さ

音の高さは、振動数 (周波数) が関係していて、低い音は振動数が少なく、高い音は振動数が多い。ふつうわたしたちが話す声は、300 ~ 3000Hz の間に大部分が含まれていて、人が聞こえる音 (可聴音) は約 20 ~ 20,000Hz の範囲である。人間に聞こえない 20000Hz 以上の音を超音波といい、犬や猫、イルカ等の動物はそれを聞くことができる。以下の図 2.4 は、いろいろな動物の聞こえる音の振動数の範囲を示したものである。

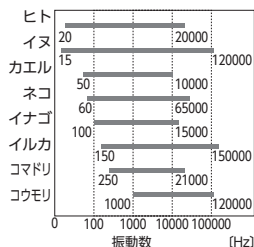


図 2.4 いろいろな動物の聞こえる音の振動数の範囲

○音色

ピアノとリコーダーでは、同じラの音でも音色が違う。「同じ音」とは、周波数が同じということである。楽器が発する音波はいろいろな音が混ざっているため、オシロスコープやパソコンで調べると同じラの音でも波形が異なっていることがわかる。音階で 1 オクターブ上がると振動数は 2 倍になる。

○音の反射・屈折・干渉・回折

音波も波であるので、波の特徴である「反射」・「屈折」・「干渉」・「回折」等の現象が生じる。

(『指導書 第二部詳説 理科 1 分野 上』と『小学校理科教育法』を参考にしてまとめた)

第3節 単元「音の伝わり方と大小」における子どもの学習活動に関する知識

本節では、一般的に学習を進める上で基本となる教科書を基にして、「音の性質」の学習における子どもの学習活動について述べる。ここでは、平成元年告示の学習指導要領に対応した小学校第3学年理科の教科書を分析する。分析対象の教科書は、平成12年に出版された学校図書、教育出版、啓林館、信濃教育会、大日本図書、東京書籍の6社である。

本単元における子どもの学習活動について、教科書を参考にして特に各社に共通する学習活動を科学の内容知識の3つに整理してまとめた。以下は、その子どもの学習活動の内容である。

(1) 物から音が出るとき、物は震えている

単元の導入として、子どもたちに音が出る現象がどのようなときに起こるか想起させ、音に対する問題意識をもたせるために、身の回りにあるいろいろな物を使って音を出す活動があげられる。教科書では、音を出す方法を主に「たたく」・「ふく」・「こする」・「はじく」の4つとしている。子どもたちに身近な音が出る物とは、たたくと音が出る太鼓や木琴等の打楽器やふくと音が出る笛等の楽器、こすると音が出るペットボトル等のプラスチック容器、はじくと音が出るわゴム等である。

物から音が出るとき、物は震えていることを調べるための実験としては、「音が出ているときの物の様子を調べてみよう」という教師の発問から、太鼓やわゴム、トライアングルを用いて音が出ているときの物の様子を観察することがあげられる。実験内容は以下の通りである。

- ① 音が出ている物に手でさわってみる
- ② 音が出ている物の上に紙切れを置いてみる
- ③ 音が出ているものを水の中に入れてみる

①は、太鼓をたたいたりわゴムをはじいたりして音を出し、手でさわること、音が出ているとき、物が振動していることを子どもが感覚的に捉えるた

めの実験である。②と③は、音が出ている太鼓の上に紙を置いたり、音が出ているトライアングルを水に入れたりしたときの紙や水が震える様子から、音が出ているものが振動していることを視覚的に捉えるための実験である。子どもは、物から音が出るときに物は震えていることを自分の手でさわって音の振動を感じることで実感に伴った理解となり、また、振動を自分の目で見ることで、目に見えない音というエネルギーを視覚的に捉えて理解することができると考えられる。

(2) 物から音が伝わる時、物は震えている

続いて、音が伝わることを調べるための実験として、「音は物を伝わるのだろうか」という教師の発問から、糸電話等を用いて音を伝える実験があげられる。実験内容は以下の通りである。

- ① 糸電話の片方、または真ん中にトライアングル等を結んで音を出し、音を聞いてみる。
- ② 糸電話で友だちと話して、声を聞いてみる。
- ③ 糸のかわりに、エナメル線やゴム紐、紐をつけて音が伝わるか調べる。
- ④ 糸電話の糸をたるませたり、指でつまんでみるとそう聞こえるか調べる。

①と②は、糸電話を用いて音が糸を伝わることを調べる実験である。これは、自分たちの声だけでなく、楽器等から出る音も糸に音が伝わって聞こえることを捉えさせるためであると考えられる。また、③のように糸の他にもエナメル線やゴム紐、紐を用いて音を伝える実験することで、物には音が伝わりやすい物と伝わりにくい物があり、物によって音の伝わり方が異なることに気づかせることができると考えられる。さらに、④の糸をピンと張った状態から糸をたるませたり、糸を指でつまんでみたりすることを繰り返すと、音が聞こえたり聞こえなくなったりするので、物が振動しないと音は伝わらないという音の性質に迫ることができると考えられる。

また、2つ目の実験として木や金物に音を伝えてみることもよい。木の床や鉄棒をたたいて、音の伝わり方を調べることで、より子どもの生活の中に「音」を意識づけでき、物によって音の伝わり方が異なることの理解がさらに深まると考えられる。

(3) 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる

音の大きさが変わると物の震え方が変わることを理解させるためには、音の大きさによって物の振動している様子の変化を視覚的に捉えさせる必要がある。そこで、音を出す4つの方法のうち、物の振動を見るのに適しているのは「たたく」「はじく」の2つであると考えられる。音の大きさが変わると物の震え方が変わることを調べる実験として、太鼓やわゴムから音を出し、小さく出したりしたときの太鼓やわゴムの震え方を調べる実験があげられる。例えば、太鼓から出る音の大きさの変化と太鼓の振動の変化を関係つけて考えさせると、音の大きさが変わると物の震え方が変わることを理解できると考えられる。

以下、表2.3は平成12年に出版された「音の性質」における6社の教科書の記述内容を分析したものである。

表 2.3 教科書会社 6 社の「音の性質」における学習活動

学校図書	発問①	1…どんな音がでるだろうか ものをたたいたり、ふいたり、はじいたりすると音が出ます。
	実験①	じっけん 1 身近なものを使って、いろいろな音を出してみましょう。 (木の板、金ぞくのスプーン、プラスチックのコップ、ストローぶえ、紙ぶえ、わゴム、ペットボトル)
	発問②	2…音が出ているものはどうなっているか 音が出ているときのもののようすを、かんさつしてみましょう。
	観察①	かんさつ 1 ①たいこをたたいて音を出し、手でさわってみる。 ②わゴムをはじいて音を出し、わゴムのようすをかんさつする。
	まとめ①	音が出ているとき、ものは、どれもふるえています。
	発問③	3…音をつたえよう 音をはなれたところにつたえるには、どうすればよいでしょうか。
	実験②	じっけん 2 糸をつるしたスプーンをたたいて音を出し、音が糸を伝わるかどうか、ためてみましょう。
	発問④	糸電話を作って、音や声をはなれたところへ、つたえてみましょう。 また、糸をはかのものにかえても、音がつたわるか、しらべてみましょう。
	実験③	①紙コップと糸電話をつくり、声をつたえる。 ②糸のかわりに、エナメル線やゴム糸をつけて、声がつたわるか、しらべる。
	まとめ②	音が聞こえるのは、もののふるえが、糸やエナメル線をつたわって耳にとどくからです。また、ものにはふるえのつたわりやすいものと、つたわりにくいものがあります。
	発展	チャレンジ しぜんの中では鳥や虫の声、風の音など、いろいろな音が聞こえます。 どんな音が聞こえるか、じっと耳をすませてみましょう。
教育出版	導入	物に光を当てると、物によって明るさやあたたまり方にちがいがありました。 物をたたいたときも、物によって出る音がちがうのでしょうか。いろいろな物で、音を出してみましょう。
	発問①	音が出ているときには、物はどうになっているのだろうか。
	実験①	じっけん 2 いろいろな物を使って音を出して、物の様子を調べよう。 (たたく、ふく、はじく、こする)
	まとめ①	物をたたいたりはじいたりすると、物がふるえて音が出ます。 はなれたところに、音をつたえてみまよう。いろいろな物で、音のつたわり方のちがいをくらべてみましょう。 (鉄ぼう、ゆか、糸)
	発展	■いろいろな音を作ろう 身のまわりの物を使って、いろいろな音を作ってみましょう。また、工夫して自分のがつきを作ってみましょう。
啓林館	導入	わたしたちは、楽きを使って、いろいろな音楽を楽しんでいます。 楽きのような音の出るものをくふうして作り、音を出してみましょう。
	発問①	1 音が出ているとき 音を出しているものは、どれも、ふるえているのだろうか。
	実験①	じっけん 1 音を出しているもののようす ①トライアングルなど、音を出しているものに、ゆび先でそっとふれる。 →どんなかんじがするか。 ②音を出しているたいこのまくに、はがきなどの紙をかるく当ててみる。
	発問②	音が聞こえるのは、ふるえがつたわるからだろうか。
	実験②	じっけん 2 音をつたえるもの ①木や金物でできたものを「かるくたたき、はなれたところで聞いてみる。 →耳をつけたときと、はなしたときとで、聞こえ方にちがいはあるか。

	実験②	②糸電話を作り、話をしてみる。 →糸を、ゆびでつまんでも聞こえるか。 →糸がたるんでいても聞こえるか。 →糸をエナメル線にかえるとどうか。
	まとめ①	音は、音を出すもののふるえが耳につたわると聞こえます。 みの回りのいろいろなものから出た音は、空気などをつたわって耳にとどきます。
	発問③	2くらしと音 音を聞くだけで、何の音かわかるだろうか。 →どんな音が、何からでているか。
	発展	音のはねかえるせいしつについて
信濃教育会	導入	たいこや木きんをたたいたり、笛をふいたりすると、いろいろな音が出ます。 いろいろな物で音を出したり、音をつたえたりしてみましょう。
	発問①	いろいろな物を使って、音を出してみよう。
	発問②	音が出ているときの、物のようすを調べよう。
	実験①	じっけん ①長く音が出ている物にさわってみる。 ②トライアングルで音を出し、トライアングルをすずかに水にふれてみる。 ③たいこの皮の上に、紙切れをのせて、たいこを打って音を出してみる。
	まとめ①	音が出ているものは、ふるえていることがわかります。 ふるえ方は、物によってちがひ、音が長くつづいている物は、ふるえも長くつづいています。
	発問③	音をつたえてみよう
	実験②	じっけん ①糸電話を作り、かた方の糸のはしを、トライアングルやあきかんなどにむすぶ。 ②トライアングルなどで音を出し、糸電話で音を聞いてみる。 ③糸電話を使って、友だちと話をし、音の聞こえ方を調べる。
	発問④	糸のかわりにほかの物を使って、音のつたわり方を調べてみよう。
	実験③	じっけん ①糸電話の糸を、同じくらいの長さのひもやはり金にかえる。 ②音の大きさや、聞こえ方をくらべる。
	発問⑤	いろいろな物をたたいて、音のつたわり方をくらべよう。
	まとめ②	音は、物をふるわせてつたわります。糸やはり金や木など、物がちがうと音のつたわり方もちがいます。
	発展	調べてみよう ○光はかがみにあたると、はねかえりました。音は、物に当たると、はねかえるかどうか、下の図のようにして、いろいろな物に音を当てて、調べてみよう。
大日本図書	導入	いろいろなものをつかって、音を出してみましょう。 (ふく、こする、たたく、はじく)
	発問①	①もののふるえと音 ②紙ぶえやトライアングルなどをつかって、音が出ているときのようすをしらべてみましょう。
	実験①	じっけん 1 ①紙ぶえを作ってならしてみる。 音が出ているときのべんのようすをしらべる。 ②トライアングルや音さをたたいて音を出し、そっと手でさわってみる。
	まとめ①	音が出ているときは、ものがふるえています。
	発問②	音を出すものに糸をつけて聞いてみましょう。 音は糸をつたわるでしょうか。
	実験②	じっけん 2 ①トライアングルやスプーンに糸をつけ、しゃしんや絵のようにして音を聞いてみる。 ②長い糸のまん中にスプーンを下げ、音がつたわるかどうかをしらべる。
	発問③	糸をもっと長くしてみましょう。

東京書籍	実験③	じっけん 3 ①糸の両はしに紙コップをつけ、スプーンをたたいて音を聞いてみる。 ②スプーンをもって糸電話にして声を聞いてみる。
	まとめ②	音が聞こえるのは、もののふるえが糸や空気をつたわり、耳にとどくからです。 空気をつたわった音は、山やたてものにぶつかる、はねかえります。
	発展	やってみよう 楽しい音を出してみよう
	発問①	1音を出してみよう がっきをつかうと、音を出すことができます。がっきやいろいろなもので、音を出してみましょう。
	まとめ①	音が出ているものは、ふるえています。音が出ているものにさわると音がとまるのは、ふるえがとまるからです。
	発問②	2音をつたえよう 音は、ものをつたわるのでしょうか。
	実験①	しらべよう いろいろなもので、音がつたわるか、しらべましょう。
	まとめ②	音は、ものをつたわっていきます。 ふだん、音が聞こえるのは、音が空気をつたわって、耳にとどくからです。 ものには、音がつたわりやすいものと、つたわりにくいものがあります。
	発展	音ははねかえる（トンネルや高速道路のかべ）
	発問③	3音をくらべよう ものによって、たたいたときに出る音がちがいます。
	実験②	しらべよう いろいろなものをたたいて、音をくらべましょう。 （プラスチック、紙、ガラス、金ぞく、やきもののコップ）

第4節 単元「音の伝わり方と大小」における前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識

小学校第3学年の子どもは「音」について何を知っていて、どんな考えをもっているかを分析するために、「音」に関する素朴概念のアンケート調査を行なった。調査の概要は以下の通りである。

1 調査概要

(1) 調査目的

小学校第3学年の子どもが生活経験等からもつ「音の性質」に関する素朴概念を把握し、平成32年度から実施される第3学年「音の性質」単元の学習の教材研究や授業づくりの土台にする。

(2) 調査方法

13項目からなる質問紙（参考資料2）を平成29年10月に対象校に配布し、アンケート調査を実施した。

(3) 調査対象

神奈川県内のY市立T小学校、第3学年の子ども41名を対象とした。

2 集計結果に見られる第3学年の子どもの「音の性質」に関する素朴概念

(ア) 全体としての特徴

①音は、どんなときに出来ますか。

たいこ・ギロ・ギターの3種類の楽器からどんなときに音が出るかを問う設問である。「たいこは（ばちで）たたいたとき」、「ギロは（ほうで）こすったとき」、「ギターは指で引っ張った（は

じいた)とき」に音が出ると回答した子どもは9割を超えている。回答の中には、子どもなりの表現で「たたく」・「こする」・「ひく(はじく)」等のキーワードをうまく使うことができていない子どももいるが、それでもほぼ全員が音はどんなときに出るかを捉えているといえる。図2.4と図2.5は子どもの回答の例であり、ほぼ全員が右のように回答している。

①音は、どんなときに出ますか。

・たいこ(バチでたたいてとき。)
 ・ギロ(ほうごこすとき。)
 ・ギター(ひもをひくとき。)

図2.4 設問①の子どもの回答例1

①音は、どんなときに出ますか。

・たいこ(たたいてとき。)
 ・ギロ(こすとき。)
 ・ギター(ひもをひくとき。)

図2.5 設問①の子どもの回答例2

②音を止めるには、どうしますか。また、なぜですか。

たいこ・ギロ・ギターの3種類の楽器から出る音を止めるにはどうするか、また、なぜ音が止まるのかを問う設問である。78%の子どもは、楽器を手でおさえると音が止まると回答した。残りの12%の子どもは、演奏するのをやめると音が止まると回答した。どちらにしても楽器の振動が止まることは間違いではないが、ここでは振動している楽器を手でおさえると音が止まるという回答が望ましいと考えられる。よって、約8割の子どもが、音が鳴っている楽器を手でおさえる(さわる)と音が止まると知っているといえる。図2.6は、子どもの回答の例である。

②音を止めるには、どうしますか。

・たいこ(面をおさえる。)
 ・ギロ(するのをやめる。)
 ・ギター(ひもをおさえる。)

図2.6 設問②の子どもの回答例1

次に、音が止まる理由を問う設問である。楽器の音が止まるのはなぜですかという問いに対して、「振動」というキーワードを使って回答した子どもは7名であり、全体数から考えると少数である。また、約15名の子どもは、無回答や「わかりません」等の回答であり、自分の考えを表現できている子どもは半数くらいであった。以下の図2.7と図2.8は、「振動」というキーワードを使って回答した子どもの回答の例である。

上の答えのようにするのは、なぜですか。

しんどうからおさえて止まる。

図2.7 「振動」というキーワードを使って回答した子どもの回答の例1

上の答えのようにするのは、なぜですか。

・たいこは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。
 ・ギロは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。
 ・ギターは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。

図2.8 「振動」というキーワードを使って回答した子どもの回答の例2

また、今までに楽器等を使用した生活経験を基に、音が止まる理由を回答した子どももいるが、わずかに少数である。子どもの生活経験として、「実際に音が鳴っているときに手でさわったら止まったから」「わがみをさわったら止まったから」「シンバルもおさえたら音が消えるから太鼓も同じ」等があった。子どもの素朴概念には、誤概念も含まれるため、必ずしもすべてが正しいわけではないが、生活経験等から身につけた音に関する子どもなりの考えをもっていることを垣間見ることができる。右の図2.9～図2.11は、生活経験を基に音が止まる理由を記述した回答例である。

上の答えのようにするのは、なぜですか。

・たいこは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。
 ・ギロは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。
 ・ギターは手であそぶとしんどうがふよふよと止まる。

図2.9 生活経験を基に音が止まる理由を記述した回答例1

(図2.8と重複)

上の答えのようにするのは、なぜですか。

・シンバルをおさえたら音が止まるからたいこも同じ。
 ・わがみは手でさわると音が止まるから太鼓も同じ。
 ・ギターも同じ。

図2.10 生活経験を基に音が止まる理由を記述した回答例2

③より大きな音をだすためには、どのようにしますか。

たいこ・ギロ・ギターの3種類の楽器から出る音をより大きく出すためには、どうしたらよいかを問う設問である。ほぼ全員の子どもが図2.12と図2.13のように「強く」「おもいっきり」「いきおいよく」というキーワードを使って回答している。よって、子どもは、より大きな音を出すためには、「強い」力が必要なことを捉えているといえる。

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。

〈音が空気を伝わるとき〉

たいこから出た音は、空気を伝わってどのように耳まで届くかという設問である。半数以上の子は、図2.14のように音が空気を伝わる様子を波が伝わる様子（以下、横波モデル）に例えてかいている。この音が横波のように伝わるという素朴概念は、音は一種の波であると考えるとある意味正しいといえるかもしれないが、空気中を伝わる音は縦波であるため、厳密にいうと正しくはない。半数以上の子は、音が横波モデルのように伝わることを何らかの形で生活経験から身につけていると考えられる。

一方、図2.15のように音が空気中を縦波で伝わるかのように表した（以下、縦波モデル）回答をした子どもの数名いた。音は疎密波であり空気中では縦波で伝わるから、この子どもがもつ素朴概念は大体正しいといえる。

しかし、横波モデルや縦波モデルで表現することができていても、子どもは音が空気を伝わる時、空気が振動しているという明確な概念はほぼもっていないと考えられる。図2.16のように、音が空気を伝わる時に空気が振動していると記述している子どもは1名のみであるからである。

〈音が糸を伝わるとき〉

たいこから出た音は、糸を伝わってどのように耳まで届くかという設問である。7割以上の

上の答えのようにするのは、なぜですか。

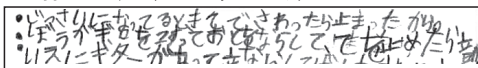


図2.11 生活経験を基に音が止まる理由を記述した回答例3

③より大きな音をだすためには、どのようにしますか。

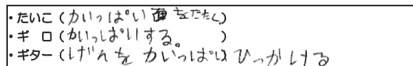


図2.12 設問③の子どもの回答例1

③より大きな音をだすためには、どのようにしますか。

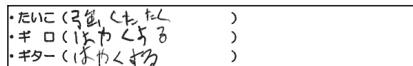


図2.13 設問③の子どもの回答例2

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。

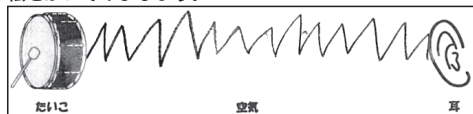


図2.14 設問④の子どもの回答例1

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。



図2.15 設問④の子どもの回答例2

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。

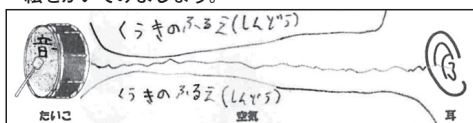


図2.16 設問④の子どもの回答例3

子どもは、糸に音が伝わって耳まで届くと回答していて、図 2.17 のように音が糸を伝わる様子を横波モデルでかいている回答がもっと多い。その回答の中で、糸が振動していると記述しているのは 2 名であり、少数である。

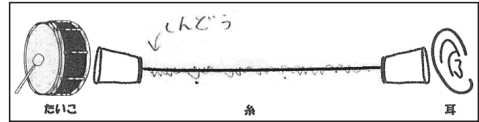


図 2.17 設問④の子どもの回答例 4

〈音が鉄を伝わるとき〉

たいこから出た音は、鉄を伝わってどのように耳まで届くかという設問である。鉄が「ゆれる」「振動する」と横波モデルで回答した子どもは約 7 割である。ほとんどの子どもは生活経験等から、音が鉄を伝わることを掴んでいると考えられる。以下の図 2.18 は、音が鉄を伝わる時の回答例である。

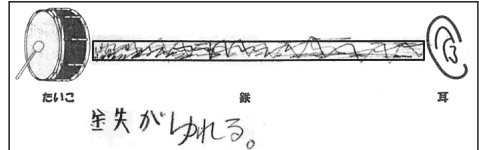


図 2.18 設問④の子どもの回答例 5

〈イ〉考慮すべき子どもの回答の特徴

①音は、どんなときに出来ますか。

ギロやギターから音が出るときについて、以下の図 2.19

のように無回答の子どもが数名いることは考慮すべきである。子ども全員が、たいこをたたいたときに音が出ることを理解していたが、ギロやギターはどのように音が出るのかを理解できていない子どもが数名いた。その子どもは、ギロはこすったとき、ギターは弦をはじいたときに音が出ることを生活経験や学習経験で意識したことがなく、理解できていないと考えられる。音を出す方法を「たたく」「ふく」「こする」「はじく」の 4 つとして、子どもに音が出る場面を考えさせたり、実際に 4 つの方法で音を出させたりして、どんなときに音が出るのかを意識させることが必要である。

①音は、どんなときに出来ますか。

・たいこ (たたいたとき)	()
・ギロ ()	()
・ギター ()	()

図 2.19 考慮すべき子どもの回答例 1

②音を止めるには、どうしますか。また、なぜですか。

音の止め方については、ほぼ全員の子どもが自分の考えを記述していたが、なぜ音が止まるのかという理由を問う設問では、4 割以上の子どもが無回答もしくはわからないという回答であった。音を止める方法を知っていても、なぜ音が止まるのかにという理由に対して自分の考えを表現できない子どもが約半数いるといえる。

③より大きな音をだすためには、どのようにしますか。

大きな音を出す方法については、ほぼ全員の子どもが回答することができていた。しかし、大きな音が出ているときの物の様子の変化についての考え方については、理由記述欄がないため、この質問紙からは見ることはできず、大きな音が出るときは物の振動も大きくなることを子どもが理解しているかを判明するまでには至らなかった。

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。

〈音が空気を伝わるとき〉

半数以上の子どもは、空気に音が伝わる様子を横波モデルで表していたり、数名ではあるが

縦波モデルで表していた。しかし、横波モデルの次に多い回答が以下の図 2.20 のように直線で表されたモデル（以下、直線モデル）である。直線モデルで回答した子どもは、音が空気中を伝わるとき、空気が振動していることは理解していないと考えられる。その理由として、音も空気も目で見えないものであるため、伝播するときのイメージがしづらいのではないかと考えられる。

＜音が糸を伝わるとき＞

7 割以上の子どもは、糸に音が伝わって耳まで届くと回答しているが、残りの子どもたちの回答の中には、図 2.21 や図 2.22 のように糸電話の紙コップにしか音が伝わらないと回答した子どもや糸のまわりを音が伝わると回答した子どももいた。このことから、音は物を伝えることを理解していない子どもがいると考えられる。

＜音が鉄を伝わるとき＞

音が鉄を伝わるときの様子を横波モデルで回答した子どもは約 7 割であるが、図 2.23 と図 2.24 のように「鉄は音が届かない」や「鉄だと音が小さくなって音が届く」と回答した子どもも少数いる。この「鉄だと音が小さくなって届く」と回答した子どもは、生活経験等から身近な物の中でも鉄は固いものであり、音を伝えづらい物であると考えているのではないかと考えられる。

④たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。
絵をかいてみましょう。

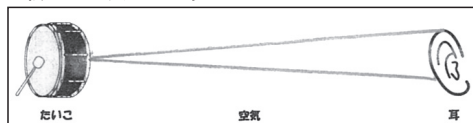


図 2.20 考慮すべき子どもの回答例 2

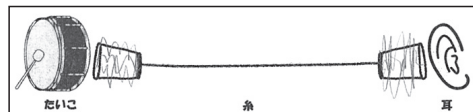


図 2.21 考慮すべき子どもの回答例 3

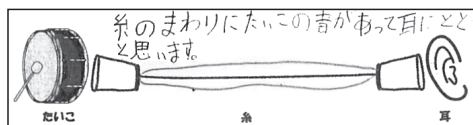


図 2.22 考慮すべき子どもの回答例 4

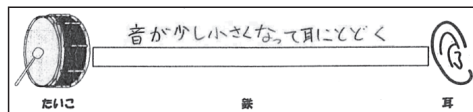


図 2.23 考慮すべき子どもの回答例 5

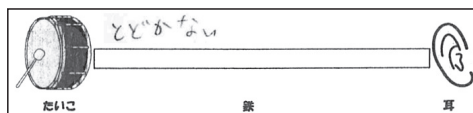


図 2.24 考慮すべき子どもの回答例 6

以上のように、子どもがもつ「音」に関する素朴概念のアンケート調査結果を分析した。

半数以上の子どもが理解していることとして、音が出るとき、物が振動していることがあげられる。また、音が物を伝わるとき、横波や縦波のように伝わることも半数以上の子どもが理解していることとしてあげられる。しかし、無回答や「わからない」といった回答もあり、音の性質について理解できていない子どもや生活経験等から音の性質についての素朴概念をもつことができていない子どもがいることも事実である。また、モデルで自分の考えを表すことができるが、実際に「震えている」や「振動している」という言葉を用いて回答できた子どもは少数であり、音が出たり伝わったりするとき、振動しているということを子どもは明確に理解しているとは言えない。

授業を計画する際は以上のことを考慮しなければならない。次章では、本章の教材研究を基に第3学年「音の性質」の単元計画を行なう。

第3章 第3学年単元「音の伝わり方と大小」における授業提案

本章では、第3学年単元「音の伝わり方と大小」における授業提案を行なう。第1節では、PCKの視点から考える教材研究を基に、授業提案における基本的な考え方を述べる。第2節では、単元指導計画を、第3節では、本事案を提案する。

第1節 授業提案における基本的な考え方

第2章では、理科に特有のPCKの視点から第3学年単元「音の伝わり方と大小」の教材研究を行なった。これを踏まえ、本節では、本単元における授業提案における基本的な考え方を述べる。

まず学習指導要領を基にまとめた科学の内容知識として、以下の3つがあげられる。

- (1) 物から音が出るとき、物は震えている
- (2) 物から音が伝わる時、物は震えている
- (3) 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる

この科学の内容知識の(1)～(3)を第1次から第3次として、教科書を分析してまとめた子どもの学習活動に関する知識の説明を加えたものが以下である。

第1次 物から音が出るとき、物は震えている

物から音を出す方法として、主に「たたく」・「ふく」・「こする」・「はじく」が考えられる。単元の導入として、さまざまな物や楽器から出る音を聞き、何からどのように音が出ているか考えることを活動のきっかけとし、単元の課題を設定する。そのために、「音当てクイズ」で子どもの身近な物を使ってさまざまな物や楽器、方法で音を出し「音」について考えられるように工夫する。ここでは、音が出るとき、物が震えていることを視覚や身体感覚で感覚させることが重要であり、子どもの実感に伴った理解につなげられるようにする。

第2次 物から音が伝わる時、物は震えている

ここでは、音を伝える道具として糸電話を用いる。また、糸の代わりに、エナメル線やゴム糸等を用いることで、さまざまな物を用いて音は物を伝わる時、物は震えていることに気づかせる。また、教室や廊下等の床や壁、黒板や鉄棒等で音を伝え合う活動を通して、ここでも音が伝わる時、振動していることに着目させながら、子どもが音が伝わらないと考えるような物も音が伝えることや物によって音の伝わり方が変わることを捉えられるようにする。

第3次 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる

ここでは、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わる物が振動しているかどうかだけでなく、音の大小による物の震え方の変化を捉える必要があるため、子どもが最もまずく学習内容であると考えられる。そこで、音の大小による物が震える様子を太鼓と発泡スチロールの球を使って可視化し、物が震える様子の変化をグラフにして比較できるように工夫した。最後に単元のまとめを行ない、音の響きや反射等の発展的な内容にもふれながら、生活の中で利用

されている音の性質について考えるようにする。

以下は、本単元における単元指導計画を行なう際の工夫や考慮した点である。

○音はどんな方法で出のかを掴ませるため、さまざまな楽器や方法で実際に音を出したり聞いたりしてみる。

○音が出たり伝わったりするとき、物が震えていることを子どもの視覚や身体感覚として捉えることができる学習活動を取り入れる。

○特に音の大小と震え方の関係について、物の震え方の変化を視覚的に捉えさせて比較しながら考えることができる学習活動を取り入れる。

以上の本単元における授業提案の基本的な考え方を基に、次節では第3学年単元「音の伝わり方と大小」の単元指導計画を提案する。

第2節 単元「音の伝わり方と大小」の単元指導計画

本節では、第3学年単元「音の伝わり方と大小」における単元指導計画を提案する。本単元は、平成32年から全面実施の内容であるため、単元の評価規準は、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「主体的に学習に取り組む態度」の3つから作成した。

以下は、単元指導計画である。

第3学年理科学習指導案

1. 単元名「音のひみつを調べよう」（「音の伝わり方と大小」）

2. 単元の目標

音を出したときの震え方に着目して、音の大きさを変えたときの現象の違いを比較しながら、音の性質について調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身につけるとともに、主に差異点や共通点を基に、問題を見いだす力や主体的に問題解決しようとする態度を育てる。

3. 子どもの実態

子どもは、1・2年生の生活科の学習で、音あそびをし、学校の中の身近な音を探したりする活動をしている。また、音楽の学習でさまざまな楽器を扱うことを通して、さまざまな方法で楽器を演奏する経験をしてきている。子どもは、普段は意識していないが、多様な音に囲まれて生活しているといえる。

本単元のはじめに行なったアンケートでは、音が出るとき、物が振動していることを理解している子どもは半数以上いた。また、音が物を伝わるとき、横波や縦波のように伝わることも半数以上の子どもが理解していた。しかし、音が出たり伝わったりする様子を捉えられていない子どもや生活経験等から音について考えることができていない子どもがいることも事実である。また、モデルで自分の考えを表すことができるが、実際に「震えている」や「振動している」という言葉を用いて回答できた子どもは少数であり、音の概念については曖昧であるといえる。

4. 単元について

本単元は、平成29年告示学習指導要領の第3学年「A 物質とエネルギー」の以下の内容を受けて設定した。

(3) 光と音の性質

光と音の性質について、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えたときの違いを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身につけること。

(ウ) 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。また、音の大きさが変わるとき物の震え方は変わること。

イ 光を当てたときの明るさや暖かさの様子、音を出したときの震え方の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、光と音の性質についての問題を見だし、表現すること。

(内容の取り扱い)

(1) 内容の「A 物質とエネルギー」の指導に当たっては、3種類以上のものづくりを行うこととする。

第1次では、「音当てクイズ」を行なう。日常生活でよく耳にする音や自然の音、児童が作るさまざまな音への関心を広げ、音の世界のおもしろさを味わうことができるようにする。身の回りにある物を使って音を出したときの物の震え方に着目して、「音のひみつを調べたい」という意欲をもたせ、学習問題をつくっていく。「音を出す」活動は、「物によって音の出方が異なること」を体験するとともに、「音が出ているときは、物が震えていること」も感じ取ることができるようにすることが大切である。太鼓やわらわやトライアングルを用いて、音が出ている物に手でさわったり、紙切れを置いたり、水の中に入れていたりして、子どもの視覚や身体感覚に発音体の振動を感覚させることを通して、物から音が出るとき、物は震えていることを理解させていく。

第2次では、糸電話や身近なものを使って物に音を伝えることを通して、物から音が伝わる時、物は震えていることを学習する。糸電話の糸の代わりにエナメル線やゴム糸、紐等を用いたり、「信号ごっこ」を行なったりして、伝える物による伝わり方の違いに目を向けられるようにする。「信号ごっこ」は、班で簡単な拍子を決め、班で暗号として伝え合う活動であり、媒体としては、教室や廊下等の床や壁、黒板や鉄棒等を用いる。

また、糸電話の糸をピンと張ったときの音の伝わり方と弛ませたり、指で摘んだりしたときの音の伝わり方を比較することで、音が止まるのは物が震えていないときであることを捉えさせるようにする。

第3次では、音の大小と震え方の関係を調べる。第2次までに学習する音が出たり伝わったりするとき、物が震えていることは子どもが理解しやすい内容であるが、音の大小と震え方の関係は捉えづらいつと考えられる。そこで、太鼓を用いて音の大小と震え方の関係を調べる実験を通して、音が大きいときは震え方が大きく、音が小さいときは震え方が小さいといった、音の大きさが震え方に関係していることを捉えられるようにする。

最後に、本単元の発展的な学習として、音がトンネル内で響くことや高速道路で音が反射することを扱う。子どもたちの生活経験の中で音の性質を利用しているものを考え、目に見えない音のエネルギーが自分たちの生活のなかに溢れ、生かされていることを学習し、本単元のまとめとする。

5. 単元の評価規準

知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	主体的に学習に取り組む態度
物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていることを理解している。 音を出したり伝えたり大きくしたりしたときの震え方の違いを調べ、その過程や結果を記録している。 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解している。	音が出たり伝わったりするときとそうでないときの現象や、音の大小と震え方を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 音の大きさと物の震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、自分の考えを表現している。	音が出たり伝わったりするときの現象に興味・関心をもち、進んで音の性質を調べようとしている。 生活の中で音の性質を利用した物を見つけたりしようとしている。

6. 単元の指導計画（7時間扱い）

例：知①は知識及び技能①を表す

次	○学習活動	・指導上の留意点 評価規準
第1次 (2時間)	①「音当てクイズ」をしよう 生活の中でよく耳にする物音や楽器の音等を聞き、何の音が話し合う。 いろいろなものや方法で音を出して、音はどんなものから出たり、どんなときにしたりするのか考える。 音が出たり伝わったり大きくなったりするときの音のひみつをしらべよう ② 音が出ているときのもののようすを調べよう たいこやわらわから音を出して、手でさわってみる。 たいこの上に紙切れを置いて、音を出してみる。 音が出ているトライアングルを水の中に入れてみる。	生活経験で聞いた音や音楽の学習で扱った楽器の音等を想起させ、学習のきっかけにさせる。 物の性質や音の出し方に着目させる。 学習の見通しをもたせて単元の課題を設定させる。 主① 音が出たり伝わったりするときの現象に興味・関心をもち、進んで音の性質を調べようとしている。 視覚や身体感覚の両方から発音体の振動を感覚させる。 知① 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていることを理解している。 思① 音が出たり伝わったりするときとそうでないときの現象や、音の大小と震え方を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。

<p>第2次 (3時間)</p>	<p>③糸電話で音をつたえよう 糸電話にトライアングルをつけて音が伝わるか調べる。 紙コップと糸で糸電話をつくり、いろいろな方法で声を伝えてみる。 ④いろいろなもので音をつたえよう 糸の代わりにエナメル線やゴム糸をつけて、声が伝わるか調べる。 床や壁に音を伝えて音が伝わるか調べる。</p> <p>⑤「信号ごっこ」をしよう 音で簡単な信号をつくり、いろいろな場所に伝え合う。</p>	<p>糸を張ったり弛ませたり摘んだりして音の聞こえ方の変化に着目させる。 知① 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていることを理解している。 糸の代わりとして、音を伝えるものだけでなく、伝えないものも調べさせる。 知① 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていることを理解している。 思① 音が出たり伝わったりするときとそうでないときの現象や、音の大小と震え方を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 簡単な拍子を決め、グループの「暗号」として伝え合う活動を通して、物の伝わり方の違いに着目させる。 知② 音を出したり伝えたり大きくしたりしたときの震え方の違いを調べ、その過程や結果を記録している。</p>
<p>第3次 (2時間)</p>	<p>⑥大きな音を出してももの様子を調べよう 太鼓を使って大きな音を出したり小さな音を出したりして振動の様子を調べる。</p> <p>⑦生活の中の音を見つけよう これまでの学習を振り返り、音の性質についてまとめる。 生活に生かされている音の性質について考える。</p>	<p>音の大きさと振動の大きさの関係を比較させながら考えさせる。 知③ 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解している。 思② 音の大きさと物の震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、自分の考えを表現している。 トンネルや高速道路等、音の響きや反射が生活の中で生かされていることに着目させる。 主② 生活の中で音の性質を利用した物を見つけたりしようとしている。</p>

第3節 単元「音の伝わり方と大小」の本時案

本節では、第3学年単元「音の伝わり方と大小」における本時案を提案する。本時は、第3次の1時間目(6/7時間目)である「太鼓をたたいたときの震え方を比べることを通して、音の大小と震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解する」ことを扱う。本時(6/7時間目)を扱う理由は、子どもが音の大小と震え方の関係を感覚として捉えづらいたと考えたからである。

以下は、本時案である。

7. 本時の指導



1. 本時の目標

太鼓をたたいたときの震え方を比べることを通して、音の大小と震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解する。

2. 本時の評価規準

- 音の大きさと物の震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、自分の考えを表現している。(思考力、判断力、表現力等-②)
- 音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解している。(知識及び技能-③)

3. 準備するもの
太鼓、発泡スチロール球（30mm）、目盛り板、iPad
4. 本時の展開

	○主な学習活動 発問・予想される児童の反応	・指導上の留意点 評価規準
導入 10分	<p>太鼓の音を聞き比べることを通して、音の大小を決めるものは何か話し合う。</p> <p>音の大きさはどうやって決まるのかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太鼓をたたく強さで決まる ・思い切りたたくと大きな音になるね ・音が出ているとき太鼓の震え方がちがうのかな <p>震え方の違いを調べるためにはどうしたらよいかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・震え方の様子を比べられるとよい ・大きい音を出したときと小さい音を出したときの震え方の違いを比較して調べよう 	<ul style="list-style-type: none"> ・さまざまな大きさの音を出し、大小の音があることを想起させる。 ・音の大小を視覚的に捉えるためにはどうすればよいか考えさせ、実験の方法とする。
展開 30分	<p>大きい音と小さい音が出ているたいこのふるえ方を調べよう</p> <p>○太鼓の上に発泡スチロール球を置き、太鼓をたたいて跳ねた高さを比べることを通して、音の大小と物の震え方の関係について調べる。</p> <p>音の大きさによって球の跳ね方はどう変わるかな</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音が大きいと太鼓の震え方は大きくなり、音が小さいと震え方は小さくなる ・音の大きさが変わっても、太鼓の震え方は変わらないと思う <p>実験：球の跳ね方を調べてみよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きい音のとき ・小さい音のとき <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>結果と考察をまとめよう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きい音のときは、発泡スチロール球は高く跳ね、小さい音のときは、低く跳ねた。 ・音が大きいときは、発泡スチロール球が高く跳ねたから、太鼓の震え方も大きくなる。 ・音が小さいときは、低く跳ねたから、太鼓の震え方も小さくなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡スチロール球の跳ねた高さを数値に表し、物の震え方を可視化して捉えさせる。 ・同じ大きさの音でたたくのは難しいため、データの正確性を保つために複数球置き、複数回実験させる。 ・iPad を使用し、撮影した動画をスローモーション再生して、結果を確認させる。 ・結果をグラフに整理して、考察させる。 <p>思②</p> <p>音の大きさと物の震え方の関係を調べ、差異点や共通点を考察し、自分の考えを表現している。</p>
まとめ 5分	<p>○音の大小と物の震え方の関係についてわかったことをまとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・音が大きくなると物の震え方も大きくなり、音が小さくなると物の震え方も小さくなる。 ・太鼓だけでなく、他の物でも調べてみたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・音の大小と物の震え方を比較しながらまとめさせる。 <p>知③</p> <p>音の大きさが変わるとき、物の震え方が変わることを理解している。</p>

終章 研究のまとめ

本章は、研究のまとめを述べる。これまで述べてきた内容を、各章毎に示しながら研究の結論を導出する。

本研究では、研究の目的で述べたように、特に教師に必要な教材知識に焦点を当て、小学校教員の理科指導自信の向上のために、第3学年単元「音の伝わり方と大小」を題材にし、

PCK の視点から理科における教材研究について検討を行なった。本研究の目的と対応する章は以下の通りである。

1. ショーマンが提唱した PCK の考え方を基に、小学校理科に特有の PCK について明らかにした上で、その視点から考える小学校教員の理科指導力向上を目指した教材研究のあり方について検討する。(第 1 章)
2. 平成 29 年告示学習指導要領で追加された小学校第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」について、小学校理科に特有の PCK の視点から教材研究をまとめる。教材研究の基礎となるのは、科学の内容知識、子どもの学習活動に関する知識、前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識である。学習指導要領の変遷や教科書内容や子どもの学習活動の分析、前提となる子どもの音に関する素朴概念について分析する。(第 2 章)
3. PCK の視点から行なった教材研究を基に、小学校第 3 学年単元「音の伝わり方と大小」における理科授業を提案する。(第 3 章)

第 1 章では、1986 年にショーマンが提唱した PCK (pedagogical content knowledge) について詳述した。PCK とは、授業を想定した教材の知識であり、7つの知識基礎のうちの 1つである教師特有の知識である。教師はさまざまな知識を基に教授活動を行なっているし、教師の知識は複合的なものであるから、必ずしも 7つのどれかに分類されるわけではない。すなわち、PCK の意味内容は幅広く抽象的なものであり、明文化されてこなかった。また、PCK を形成する教育的推論と活動モデルの中の「翻案過程」は PCK と密接に関わる過程である。翻案過程とは、教育的推論という授業場面を想定して推論を行なう行為であるから、教材研究と言い換えることができる。そこで、本章では、未だ明文化されていない理科に特有である PCK について明らかにし、小学校教員の理科指導自信や指導力の低さという課題を克服するために PCK の視点から考える教材研究の方法を検討した。

第 1 章のまとめとして、理科に特有の PCK を 3つの知識領域「Ⅰ. 科学の内容知識」「Ⅱ. 子どもの学習活動に関する知識」「Ⅲ. 前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」としてまとめた(表 1.3)。

図 4.1 のように「科学の内容知識 (CK)」「子どもの学習活動に関する知識 (PK)」の間に「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」があり、3つの知識の相互関係によって成り立つものであると考えた。CK と PK の間を往復し、さらには子どもの素朴概念に関する知識を経由することが理科に特有な PCK を形成するために重要だと考えた。

最後に、理科に特有な PCK を基に、理科における教材研究の方法を検討した。「科学の内容知識」は、主に学習指導要領を、「子どもの学習活動に関する知識」は、主に教科書の学習活動の内容を分析することが重要である。さらに、「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」においては、

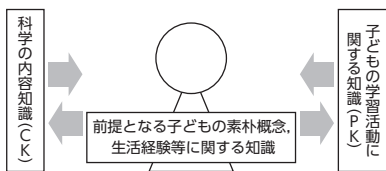


図 4.1 理科に特有の PCK モデル

単元学習が始まる前に素朴概念や生活経験に関するアンケート等から子どものもつ素朴概念を把握することが必要不可欠である。これらを理科における PCK の視点から考える教材研究に必要な項目と手順として明確に示した。

第2章では、平成29年告示学習指導要領で追加された単元である小学校第3学年単元「音の性質と大小」について、前章で示した PCK の視点から考える教材研究に必要な項目と手順に当てはめながら教材研究を行なった。第1節では、「音」に関する単元の変遷を学習指導要領から概観した結果、平成29年告示学習指導要領と同様の学年で「音」に関する単元を学習するのは平成元年告示学習指導要領であり、本単元における教材研究の参考になるものと考えた。第2節では、学習指導要領の記述から、科学の内容知識を子どもに獲得させたい科学の内容知識と教師の土台となる科学の内容知識に分けてまとめた。基本ではあるが、学習指導要領の内容をていねいに読み取り、理解することが科学の内容知識をまとめる上で重要である。第3節では、平成元年告示の学習指導要領に対応した小学校第3学年理科の教科書を分析し、「音」に関する単元の学習における子どもの学習活動について述べた。教科書会社6社のうち、各社に共通している学習活動を特に取り上げ、科学の内容知識を子どもに獲得させるための学習活動をまとめた。一般的に学習の中心となるのは教科書であるため、教科書の分析も欠かせない。第4章では、子どもの「音」に関する素朴概念を調査するために行なったアンケート調査を分析した。子どもが学習前に何を知っていて、学習後にどのような能力を身につけさせたいかを明確にするために、また、学習を進める上で子どもが躓きそうな点に教師が気づくためにもこの子どもの素朴概念に関する調査を行なうことは極めて重要であると考えた。

第3章では、PCK の視点から行なった教材研究を基に、小学校第3学年単元「音の伝わり方と大小」における授業提案をした。理科に特有の PCK である「科学の内容知識」、「子どもの学習活動に関する知識」、「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」の3つの視点から、単元指導計画を組み立てた。子どもへのアンケート調査の結果、音が出たり伝わったりするとき物が震えていることを感覚として捉えさせる必要であることがわかったため、音の振動に手でふれたり可視化する活動を多く取り入れた。このように、PCK の視点から行なった教材研究を基に授業提案ができた。

前述の通り、理科に特有の PCK とは、大きく3つに分けられると考えられる。何を学習するかという「科学の内容知識」、観察、実験を含めた「子どもの学習活動に関する知識」、多様な子どもに対応するための「前提となる子どもの素朴概念、生活経験等に関する知識」である。これらの知識は、教師に特有であるとされているが、教師になれば自然と身につくものではない。佐藤（1996）が結論づけたように、PCK を含めた教師の諸知識は、日々の教育実践の想像と反省の過程を通して形成され獲得されるものである。

また、PCK の視点から考える教材研究の方法は、あくまでも一考察ではあるが、毎日の授業で項目と手順を整理してていねいに教材研究を行ない、さらに授業後は教材研究と指導について評価を行なうことが重要であり、教師の基本となるべきことである。教育的推論と活動モデルのように、授業の計画、実践、評価を繰り返す中で、教師が自らの指導を評価し、評価の

結果をさらにまた次の教材研究と指導へと生かしていくことが重要であり、このサイクルをたどりながら教師自身も常に学び続けていくことを通して、理科指導自信の向上に着実につながるのではないかと考えられる。このように、本研究を通して、教材研究や学習指導案の立案に際して PCK の視点を用いることが有効であることが明らかになった。

謝辞

本研究は、外川千晴先生（横須賀市立豊島小学校）から多大な支援を受けました。ここに感謝申し上げます。

〈参考文献〉

- 秋田喜代美（1992）「教師の知識と思考に関する研究動向」『東京大学教育学部紀要』第 32 巻，221-232.
古屋光一（2012）「PCK（授業を前提とした教材の知識）を育成する教師教育プログラムの開発とその効果——「化学変化とイオン」を題材にして——」『理科教育学研究』Vol.53, No.1, 105-121.
磯崎哲夫，米田典生，中條和光，磯崎尚子，平野俊英，丹沢哲郎（2007）「教師の持つ教材化の知識に関する理論的・実証的研究——中学校理科教師の場合——」『科学教育研究』Vol.31, No.4, 195-209.
児玉佳一（2015）「授業における教師の知識と思考に関する研究動向——1990 年代から現在までに焦点を当てて——」『東京大学大学院教育学研究科紀要』第 55 巻，357-366.
Lee S. Shulman（1987）「Knowledge and Teaching」『Harvard Educational Review』Vol.57, No.1, pp.1-21.
松原道男（1996）『理科授業を面白くするアイデア大百科 8 光・音・電流の教材開発と指導のアイデア』明治図書，17-24，63-68.
小野瀬倫也（2015）「理科の学習指導計画作成に関する一考察 第 6 学年「月と太陽」を例に」『初等教育研究論叢』創刊号，56-65.
志村喬（2017）「PCK（Pedagogical Content Knowledge）論の教科教育学的考察——社会科・地理教育の視座から——」『上越教育大学研究紀要』第 37 巻，第 1 号，139-148.

〈引用文献〉

- 八田幸恵（2008）「リー・ショーマンの PCK 概念に関する一考察——『教育学的推論と活動モデル』に依拠した改革プロジェクトの展開を通して——」『京都大学大学院教育学研究科紀要』，第 54 号，180-191.
森本信也，森藤義孝ほか（2018）『小学校理科教育法』建帛社，23.
文部科学省（1998）『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書
文部科学省（1998）『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書
文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説 理科編』東洋館出版社
文部科学省（2008）『中学校学習指導要領解説 理科編』東洋館出版社
文部科学省（2018）『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』東洋館出版社
文部科学省（2018）『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』東洋館出版社
永野重史（1991）『想像力を育てる理科の授業 3 年』教育出版，118-134
小倉康（2000）「素朴概念」武村重和，秋山幹雄編『理科重要用語 300 の基礎知識』明治図書，164.
佐藤学（1996）『教育方法学』岩波書店，148-150.
竹内敬人（出版年不明，平成 10 年学習指導要領準拠）『指導書 第二部詳説 理科 1 分野 上』啓林館，86-87.
徳岡慶一（1995）「pedagogical content knowledge の特質と意義」『日本教育方法学会紀要「日本教育方法学研究」』第 21 巻，67-75.

〈インターネット・ホームページからの引用〉

- 独立行政法人科学技術振興機構 理科教育支援センター（2009）「平成 20 年度小学校理科教育実態調査及び

中学校理科教師実態調査に関する報告書（改訂版）」Retrieved from [https://www.jst.go.jp/cpse/risushien/investigation/cpse report 006.pdf](https://www.jst.go.jp/cpse/risushien/investigation/cpse%20report%20006.pdf) (2018 年 12 月 7 日確認)

境原周太郎 (2012)「小学校理科の指導自信と教師知識に関する実証的研究」Retrieved from [http://www.wakayama-u.ac.jp/~atomita/menkyo/2012final sakaihara thes.pdf#search=%27 理科 +PCK%27](http://www.wakayama-u.ac.jp/~atomita/menkyo/2012final%20sakai%20hara%20thes.pdf#search=%27%20理科%20+PCK%27) (2018 年 12 月 7 日確認)

国立教育政策研究所 (2001)「学習指導要領データベース」Retrieved from <https://www.nier.go.jp/guideline/> (2018 年 12 月 7 日確認)

文部科学省 (1989)「平成元年小学校学習指導要領」Retrieved from [http://www.mext.go.jp/a menu/shotou/old-cs/1322330.htm](http://www.mext.go.jp/a%20menu%20shotou/old-cs/1322330.htm)

文部科学省 (1989)「平成元年中学校学習指導要領」Retrieved from [http://www.mext.go.jp/a menu/shotou/old-cs/1322458.htm](http://www.mext.go.jp/a%20menu%20shotou/old-cs/1322458.htm)

〈教科書〉

日高敏隆 ほか 71 名 (2000)『みんなと学ぶ小学校理科 3 年』学校図書, 60-65.

掛川一夫 (2000)『新しい理科 3 年』信濃教育会, 64-69.

三浦登・奥井智久 ほか 28 名 (2000)『新訂 新しい理科 3』東京書籍, 64-69.

永野重史, 養老孟司 ほか 21 名 (2000)『理科 3』教育出版, 64-67.

竹内敬人, 武村重和, 森一夫 ほか 30 名 (2000)『新版 理科 3 年』啓林館, 54-59.

戸田盛和 ほか 48 名 (2000)『新訂 たのしい理科 3』大日本図書, 46-51.

資料編

資料 1 「音の性質」単元における小学校・中学校学習指導要領の変遷

告示・ 公示年	学年	目標 / 内容
① 昭和 22 (1947) 年学習指導要領 (試案)	第 5 学年	指導目標 1, こと・ふえ・たいこについて, 音が出る時の様子・音の強さ・高さの変わり方, 音の合う様子や伝わる様子を理解し, それらにひそむことわりを見つけ, 見つめることの喜びを感じる。 2, 笛を作ったり, 音をいろいろ調べたりする間に, 工夫考察の態度を養う。
		(二) 指導方法——児童の活動
		1, ことじを使わないで, 琴の糸をはじき, 音の強弱と糸のゆれ方の大小・音の高低と糸の張り方の強弱の関係を調べて話しあいをする。
		2, 琴の糸のゆれ方をいろいろ工夫して調べ, 話しあいをする。琴の糸に紙片をまたがらせたり, 縫い糸を結びつけたりして, 琴の糸のゆれ方が処によってちがうことや振動が伝わって行くことを確かめてみる。また琴をからだに当ててはじき, 糸のゆれ方を調べる。
		3, 琴の胴のひびき方を調べて, 胴のはたらきについて話しあいをする。
		4, ことじを使って, 糸の長さを変えると, いろいろな高さの音の出ることを調べ, 「ハ・ニ・ホ・ヘ・ト・イ・ロ」の音の出る処をさがしてみる。
		5, 調和した音としない音とを聞き分けてみる。
		6, 竹の一端に節を残して切り取り, その節に孔をあけて, 鼻笛を作り, よく鳴るように工夫してみる。
		7, 鼻笛の吹き方を工夫して, いろいろな音の出ることを調べる。
		8, 一節の竹の管に孔をあけて, 指でおさえる孔のある一節笛を作り, よく鳴るように工夫してみる。
		9, 一節笛でいろいろな音を出してみる。そしてなぜいろいろな音が出るのかそのわけを考えて話しあいをする。
		10, 鼻笛を応用して, びんの金物の栓に孔をあけて, 鼻笛のようなものを作ってみる。そしてびんの中に水を入れて管の長さを変え, 音の高さと笛の管の長さとの関係を調べてみる。
		11, 鼻笛の筒に, 一節笛にならって, 指でおさえる孔をあけて, 音がかわるかどうかを調べてみる。
学習指導要領 (1951) 年	第 5 学年	理 解 1, 音が起るのは物の振動による。 ○琴や太鼓などから音が出る時は, それぞれの糸や皮などが振動する。 2, 音は物によって伝わる。

		<p>○空気・水・木・金物などは音を伝える。</p> <p>3. 音はあらゆる方向に伝わる。</p> <p>4. 音は物にあたって、反射したり、吸収されたりする。</p> <p>○山びこ・こだまは、音が山・壁・水面などから反射したものである。</p> <p>○トンネルや広いへやなどでは、音がはねかえるため、話が聞きにくいことがある。</p> <p>○テックスや幕などでは、壁やコンクリートや板などより、音のはねかえり方が少ない。</p> <p>5. 同じ物では、音の高低は振動する物の長短・大小（太い・細い）・その張り方の強弱によって決まる。</p> <p>○琴やバイオリンなどから出る音は、その糸の張り方を一定した場合には、糸の長さが短いほど、また細いほど高い。</p> <p>○糸の長さや太さを一定にすれば、その張り方が強いほど、音が高い。</p> <p>6. 音の強弱は振動の幅の大小による。</p> <p>○太鼓や琴を強くたたいたりはじいたりすると、皮や糸が大きく揺れて、強い音が出、弱くたたいたり、はじいたりすると、小さく揺れて弱い音が出る。</p> <p>7. 楽器には音を強くしたり、音色をよくしたりするために、箱や管などがついている。</p> <p>○琴やバイオリンは、箱があるほうが音がよく響く。</p> <p>8. 音色によって音を区別することができる。</p> <p>9. 耳は音を聞くための特別な構造をもっている。</p> <p>能力</p> <p>1. 事実をありのままに見る能力</p> <p>○音が出ているものは振動していることに気づく。</p> <p>2. 問題をつかむ能力</p> <p>○音の出方や伝わり方に問題をもつ。</p> <p>3. 比較観察する能力</p> <p>○いろいろな物から出る音の高低・強弱・音色などが比べられる。</p> <p>4. 数量的に見る能力</p> <p>○音の高低を、振動するものの長短・大小（太い・細い）・張り方から調べられる。</p> <p>5. 原理を応用する能力</p> <p>○おもちゃの楽器をつくってそれに音の高低をつけることができる。</p> <p>6. 資料・材料を集める能力</p> <p>○おもちゃの楽器をつくるのに、適当な材料を集めることができる。</p> <p>○いろいろな楽器や、楽器の絵や写真を集めることができる。</p> <p>7. 工作する能力</p> <p>○おもちゃの楽器をつくることができる。</p> <p>態度</p> <p>1. 環境に興味をもつ態度</p> <p>○身近の音を出すものに興味をもつ。</p> <p>2. みずから進んで究明する態度</p> <p>○いろいろな楽器のしくみや音の出し方を調べようとする。</p> <p>3. 根気よく物事をやり遂げる態度</p> <p>○おもちゃの楽器の製作や研究の整理などを、最後までやり遂げる。</p> <p>4. 健康・安全に身を保つ習慣</p> <p>○あまり高い声や、大きい音を連続的に出さないように気をつける。</p> <p>5. 耳のそばで、あまり大きな音を出さないように気をつける。</p> <p>6. 注意深く正確に行動する態度</p> <p>○楽器をたいせつに扱う。</p> <p>○振動するものの長短と音の高低との関係を正確に調べる。</p>
	学習活動	<p>観察</p> <p>1. いろいろな音に注意して、その音がどうして起るかみる。</p> <p>2. 話をしながら手をのどにあて、そこが振動していることを調べる。</p> <p>3. ピアノやオルガンの中を観察して、しくみにどのようなふうがされているか調べる。</p> <p>4. ハーモニカの中を調べて、音が出るときどのようなか、その様子を観察する。</p> <p>5. 琴・バイオリン・太鼓などで音を出し、音が出ているときの糸や皮の様子を調べる。</p> <p>6. おもちゃの楽器には、どんなふうがされているか調べる。</p> <p>実験</p> <p>1. 糸ゴムやブリキ板やベルなどをはいて、音が出るときは物が振動していることを調べる。</p> <p>2. ろうそくの火や水を入れたおけのそばで太鼓をたたいて、炎や水が細かく揺れるわけを考える。</p> <p>3. 琴の糸の上に小さな紙を折って載せ、糸をはいて、紙片の動きで糸が振動していることを確かめる。</p> <p>4. 糸電話器で音の伝わる様子を調べる。</p> <p>5. いろいろな楽器で、強い音・弱い音はどんなにしたら出るか、ためてみる。</p> <p>6. 琴や木琴などで、高い音や低い音は、どんなにしたら出るか、いろいろな音を出して調べる。</p> <p>7. 音はどんな方向に広がっていくか、また、どの辺まで聞えるか、校庭や屋上などで音を出して確かめる。</p> <p>8. 池や小川の水の中で音を出し、少し離れたところにその音を聞くしかけをつくって、水の中を音が伝わることを確かめてみる。</p>

	<p>9. 廊下の床で音をたて、木は音を伝えることを確かめる。</p> <p>10. 金物や地面も音を伝えることを確かめる。</p> <p>11. 校舎やがけ、山などに向けて大声で叫んだとき、声がかえってくることを確かめる。</p> <p>12. 学校の廊下や両側に家のたてこんだ道路で、手をたたいてどんなに響くかためしてみる。</p> <p>13. 大きな橋の下の手を打って、音がどんなに響くかをためしてみる。</p> <p>14. おんさを鳴らして、机の上や箱の上に置いて、空中にささえているときと、音の響き方がどんなに違うか比べてみる。</p> <p>15. 糸や針金を、いろいろな板や箱に張って鳴らし、音の響き方を調べる。</p> <p>16. 琴を使って、これに張る糸の太さや長さ、張り方などをいろいろ変えて、どんなときに高い音が出るか調べる。</p> <p>17. 池やプールで石を投げて、波紋が広がっていく様子や、物にあたってはねかえってくる様子を調べて、音の広がり方やはねかえる様子と比べる。</p> <p>18. フラスコの中に、上から鈴をつるし、フラスコには水を少量入れて熱し、中の空気を追い出してから火からおろし口を閉じ、フラスコを振って、鈴の音の大きさが、空気を抜く前と、どんなに違うかを調べる。</p> <p>19. とけいの音を筒を通して聞き、次にとけいのうしろに本などを立ててふたとびとけいの音を聞き、初めて音の大きさがどんなに違うか調べ、音のはねかえることを確かめる。</p> <p>20. 打楽器の音色や音の強弱を調べる。</p> <p>製作</p> <p>1. おもちゃの琴をつくる。</p> <p>2. 竹笛をつくる。</p> <p>3. 木琴をつくる。</p> <p>4. 太さの違う針金を使って、オルゴールをつくる。</p> <p>5. 厚紙で太鼓をつくる。</p> <p>6. 糸電話器を作る。</p> <p>話し合い</p> <p>1. 山びこの起るわけ</p> <p>2. 楽器についている箱や管のはたらき</p> <p>3. 音はどのようにして伝わっていくか</p> <p>4. 音の高い低いと、大きい小さいの違い。</p> <p>5. 自然界にある音にはどんなものがあるか。</p> <p>6. 音にはそれぞれの音色があること</p> <p>7. 音は物の振動によって起こること</p> <p>8. 音はどんなに役にたっているか。話し声、警笛・警報・蓄音機・録音機・電話・マイク・楽器などによる音の利用</p> <p>話を聞く</p> <p>1. 海の深さを測ったり氷山をさがすするには、水の中の音の広がり方や、はねかえてくる様子を調べて知ること</p> <p>2. 音の伝わり方や水の波と音の波について</p> <p>3. 補聴器が使われていること</p> <p>読書</p> <p>1. 物の振動の大きさによって、音の強い弱いができること</p> <p>2. 聴診器の発明</p> <p>3. 耳の構造</p> <p>4. 楽器の種類と構造</p> <p>見学</p> <p>1. 放送局の見学をして、次のことを調べる。 ○放送室にはどのような防音装置があるか。 ○放送局で放送されたことが、どのようにして、わたくしたちのラジオ受信機に伝わってくるか話を聞く。</p> <p>視聴覚教具の利用</p> <p>1. 耳の構造の掛図・模型・幻燈など</p> <p>2. いろいろな楽器の絵・写真・幻燈</p> <p>3. 音の出方・伝わり方・反射のしかたなどについての映画・幻燈</p> <p>4. いろいろな擬音装置</p> <p>遊び</p> <p>1. つくった楽器や簡易楽器で合奏をする。</p>
(一) 昭和33年告示 第5学年	<p>1. 身近な自然の事物や現象に対する興味を深め、観察・観測・実験などによって、事物や現象の間の関係を見つけようとする態度を養う。</p> <p>(2) 自然の環境の中にある問題を見だし、解決の方法をいろいろ考えて事実に基づいて確め、処理できるようにする。</p> <p>(3) 日常生活の中で経験できる事実を基にして、自然科学的な基礎的原理を理解し、これを生活にあてはめてみるように導く。</p> <p>(5) 摩擦・すわりや、音・光・熱・電気などについての身近の諸現象や、簡単な道具や機械について、観察や実験を通して、その初歩的な原理やしくみ・はたらきに気づくようにする。</p> <p>ウ 音の高低と強弱を調べる。</p> <p>(ア) 音が、弦・膜・棒などの振動によって出ることを、実験によって理解する。</p> <p>(イ) 簡単な琴を使って、弦の長さ・太さ・張る強さの違いによって、音の高低の違いができることを理解する。</p>

					(ウ) 琴の弦をはじいたり、太鼓をたたいたりなどして、音の強弱は、振幅の大小に関係することを理解する。 エ 音の伝わり方や進み方を調べる。 (ア) 真空の中では音が伝わらない事実などから、空気が音を伝えることを理解する。 (イ) 水や金属なども、音を伝えることを知る。 (ウ) 音は物に当たってはねかえったり、まわりのものに吸収されることを実験によって理解する。
					(1) 力のつりあい、音、電流の作用などの現象や、酸・アルカリ・塩などの物質について、その基本的な性質を理解させ、また、これらの調べ方に習熟させる。 (2) 気象現象の起る様子を理解させ、また、天気予報についての知識を得させ、気象現象と生活との関係を認識させる。 (3) 生物体（人体を含む。）の構造とはたらきを、分析的に関係的に理解させる。 (ア) 音の高さ・強さ・音色 音の高さと振動数、音の強さと振幅および音色と波形の関係を知る。 (イ) 音の共鳴とうなり a おんさと適当な長さの空気柱とが共鳴することを調べる。 b 振動数のわずかに違う二つのおんさで、うなりが発生することを調べる。
(1968) 昭和43 年告示	中学第2学年	1目標	(1) 力のつりあい、音、電流の作用などの現象や、酸・アルカリ・塩などの物質について、その基本的な性質を理解させ、また、これらの調べ方に習熟させる。 (2) 気象現象の起る様子を理解させ、また、天気予報についての知識を得させ、気象現象と生活との関係を認識させる。 (3) 生物体（人体を含む。）の構造とはたらきを、分析的に関係的に理解させる。 (ア) 音の高さ・強さ・音色 音の高さと振動数、音の強さと振幅および音色と波形の関係を知る。 (イ) 音の共鳴とうなり a おんさと適当な長さの空気柱とが共鳴することを調べる。 b 振動数のわずかに違う二つのおんさで、うなりが発生することを調べる。	2内容	(2) 物は質によって、熱の伝わり方・燃え方・リトマス紙の色の変わり方などに違いがあることを理解させる。また、力・電気・音・光・熱の量やそれらはたらきを理解させる。
		第1学年	B 物質とエネルギー (5) 音の出方や伝わり方を理解させる。 ア 音の強さは、物の震える幅によって変わること。 イ 弦の長さ、張り方によって、震える速さが変わり、音の高さが変わること。 ウ 音は、音源からまわりの空気や水を伝わって広がること。 エ 空気を伝える音が物に当たると、反射したり、吸収されたりすること。	2内容	
(1977) 昭和52 年告示	第5学年	1目標	(2) 物は質によって、熱の伝わり方・燃え方・リトマス紙の色の変わり方などに違いがあることを理解させる。また、力・電気・音・光・熱の量やそれらはたらきを理解させる。	2内容	
		第5学年	B 物質とエネルギー (4) 音が伝わる様子を調べ、音の出方及び伝わり方を理解させる。 ア 音は、空気、水などを伝わり、広がっていくこと。 イ 音は、物に当たると反射し、反射の仕方は物によって違いがあること。 ウ 音の強さは、物の震える幅によって変わること。	2内容	
(1989) 平成元 年告示	第3学年	1目標	(2) 物に力、光、電気などを働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動を通して、物の性質についての見方や考え方を養う。	2内容	
		第3学年	B 物質とエネルギー (2) 物に光を当てたり音を出したりして、その性質を調べることができるようにする。 イ 物によって、音の出方や伝わり方に違いがあること。また、音が出ているときは物が震えていること。	2内容	
(1998) 平成10 年告示	中学1学年	1目標	(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象の中に問題を見だし、科学的に調べる課程を通して、規則性を発見したり、自然現象を説明したりする方法を習得させる。 (2) 化学的な事物・現象についての観察や実験を行い、観察・実験技能を習得させるとともに、身の回りの物質とその変化、化学変化と原子、分子、イオンなどについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。 (3) 物理的な事物・現象についての観察や実験を行い、観察・実験技能を習得させるとともに、身の回りの物理現象、電流、運動とエネルギーなどについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。 (4) 物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、意欲的に調べる活動を行わせるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて考察する態度を育てる。	2内容	(ウ) 音についての実験を行い、音が空気中などを伝わること及び音の大きさや高さは、発音体の振動の仕方に関係することを知ること。
		中学1学年	(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。 (2) 物理的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動の規則性などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。 (4) 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を通して、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。	2内容	(1) 身近な物理現象 身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。 ア 光と音 (ウ) 音についての実験を行い、音はものが振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを知ること。
(2008) 平成20 年告示	中学第2学年	1目標	(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象に進んでかわかり、その中に問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。 (2) 物理的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動とエネルギーなどについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。	1目標	

⑩平成29(2017)年告示 (新学術指導要領)	第3学年 中学校1学年	(4) 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を行い、これらの活動を通して科学技術の発展と人間生活とのかかわりについて認識を深め、科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。
		(1) 身近な物理現象 身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。
		2 内容 ア 光と音 (ウ) 音の性質 音についての実験を行い、音はものが振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを見いだすこと。
		1 目標 (1) 物質・エネルギー ①物の性質、風とゴムの力の働き、光と音の性質、磁石の性質及び電気の回路についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。 ②物の性質、風とゴムの力の働き、光と音の性質、磁石の性質及び電気の回路について追究する中で、主に差異点や共通点を基に、問題を見いだす力を養う。 ③物の性質、風とゴムの力の働き、光と音の性質、磁石の性質及び電気の回路について追究する中で、主体的に問題解決しようとする態度を養う。 (3) 光と音の性質 光と音の性質について、光を当てたときの明るさや暖かさ、音を出したときの震え方に着目して、光の強さや音の大きさを変えたときの違いを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。 (ウ) 物から音が出たり伝わったりするとき、物は震えていること。また、音の大きさが変わるとき物の震え方が変わることを。
	2 内容	(1) 物質やエネルギーに関する事物・現象についての観察、実験などを行い、身近な物理現象、電流とその利用、運動とエネルギー、身の回りの物質、化学変化と原子・分子、化学変化とイオンなどについて理解するとともに、科学技術の発展と人間生活との関わりについて認識を深めるようにする。また、それらを科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
		(2) 物質やエネルギーに関する事物・現象に関わり、それらの中に問題を見いだし見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し表現するなど、科学的に探究する活動を通して、規則性を見いだしたり課題を解決したりする力を養う。 (3) 物質やエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。
	2 内容	ウ 音の性質 音についての実験を行い、音はものが振動することによって生じ空気中などを伝わること及び音の高さや大きさは発音体の振動の仕方に関係することを見いだして理解すること。

資料 2 質問紙「『音』について考えてみよう」

「音」について考えてみよう

—— 姓 名 課 名称: ——

① 音は、どんなときに出ますか。

・ たいこ ()
 ・ ギター ()
 ・ キター ()

② 音を止めるには、どうしますか。

・ たいこ ()
 ・ ギター ()
 ・ キター ()

③ より大きな音を出すためには、どのようにしますか。

・ たいこ ()
 ・ ギター ()
 ・ キター ()

④ たいこから出た音は、どのように耳までとどきますか。絵をかいてみましょう。

たいこ

管

管